This is a digital copy of a book that was preserved for generations on library shelves before it was carefully scanned by Google as part of a project to make the world's books discoverable online.

It has survived long enough for the copyright to expire and the book to enter the public domain. A public domain book is one that was never subject to copyright or whose legal copyright term has expired. Whether a book is in the public domain may vary country to country. Public domain books are our gateways to the past, representing a wealth of history, culture and knowledge that's often difficult to discover.

Marks, notations and other marginalia present in the original volume will appear in this file - a reminder of this book's long journey from the publisher to a library and finally to you.

Usage guidelines

Google is proud to partner with libraries to digitize public domain materials and make them widely accessible. Public domain books belong to the public and we are merely their custodians. Nevertheless, this work is expensive, so in order to keep providing this resource, we have taken steps to prevent abuse by commercial parties, including placing technical restrictions on automated querying.

We also ask that you:

+ *Make non-commercial use of the files* We designed Google Book Search for use by individuals, and we request that you use these files for personal, non-commercial purposes.

+ *Refrain from automated querying* Do not send automated queries of any sort to Google's system: If you are conducting research on machine translation, optical character recognition or other areas where access to a large amount of text is helpful, please contact us. We encourage the use of public domain materials for these purposes and may be able to help.

+ *Maintain attribution* The Google "watermark" you see on each file is essential for informing people about this project and helping them find additional materials through Google Book Search. Please do not remove it.

+ *Keep it legal* Whatever your use, remember that you are responsible for ensuring that what you are doing is legal. Do not assume that just because we believe a book is in the public domain for users in the United States, that the work is also in the public domain for users in other countries. Whether a book is still in copyright varies from country to country, and we can't offer guidance on whether any specific use of any specific book is allowed. Please do not assume that a book's appearance in Google Book Search means it can be used in any manner anywhere in the world. Copyright infringement liability can be quite severe.

About Google Book Search

Google's mission is to organize the world's information and to make it universally accessible and useful. Google Book Search helps readers discover the world's books while helping authors and publishers reach new audiences. You can search through the full text of this book on the web at `http://books.google.com/`

Über dieses Buch

Dies ist ein digitales Exemplar eines Buches, das seit Generationen in den Regalen der Bibliotheken aufbewahrt wurde, bevor es von Google im Rahmen eines Projekts, mit dem die Bücher dieser Welt online verfügbar gemacht werden sollen, sorgfältig gescannt wurde.

Das Buch hat das Urheberrecht überdauert und kann nun öffentlich zugänglich gemacht werden. Ein öffentlich zugängliches Buch ist ein Buch, das niemals Urheberrechten unterlag oder bei dem die Schutzfrist des Urheberrechts abgelaufen ist. Ob ein Buch öffentlich zugänglich ist, kann von Land zu Land unterschiedlich sein. Öffentlich zugängliche Bücher sind unser Tor zur Vergangenheit und stellen ein geschichtliches, kulturelles und wissenschaftliches Vermögen dar, das häufig nur schwierig zu entdecken ist.

Gebrauchsspuren, Anmerkungen und andere Randbemerkungen, die im Originalband enthalten sind, finden sich auch in dieser Datei – eine Erinnerung an die lange Reise, die das Buch vom Verleger zu einer Bibliothek und weiter zu Ihnen hinter sich gebracht hat.

Nutzungsrichtlinien

Google ist stolz, mit Bibliotheken in partnerschaftlicher Zusammenarbeit öffentlich zugängliches Material zu digitalisieren und einer breiten Masse zugänglich zu machen. Öffentlich zugängliche Bücher gehören der Öffentlichkeit, und wir sind nur ihre Hüter. Nichtsdestotrotz ist diese Arbeit kostspielig. Um diese Ressource weiterhin zur Verfügung stellen zu können, haben wir Schritte unternommen, um den Missbrauch durch kommerzielle Parteien zu verhindern. Dazu gehören technische Einschränkungen für automatisierte Abfragen.

Wir bitten Sie um Einhaltung folgender Richtlinien:

+ *Nutzung der Dateien zu nichtkommerziellen Zwecken* Wir haben Google Buchsuche für Endanwender konzipiert und möchten, dass Sie diese Dateien nur für persönliche, nichtkommerzielle Zwecke verwenden.

+ *Keine automatisierten Abfragen* Senden Sie keine automatisierten Abfragen irgendwelcher Art an das Google-System. Wenn Sie Recherchen über maschinelle Übersetzung, optische Zeichenerkennung oder andere Bereiche durchführen, in denen der Zugang zu Text in großen Mengen nützlich ist, wenden Sie sich bitte an uns. Wir fördern die Nutzung des öffentlich zugänglichen Materials für diese Zwecke und können Ihnen unter Umständen helfen.

+ *Beibehaltung von Google-Markenelementen* Das "Wasserzeichen" von Google, das Sie in jeder Datei finden, ist wichtig zur Information über dieses Projekt und hilft den Anwendern weiteres Material über Google Buchsuche zu finden. Bitte entfernen Sie das Wasserzeichen nicht.

+ *Bewegen Sie sich innerhalb der Legalität* Unabhängig von Ihrem Verwendungszweck müssen Sie sich Ihrer Verantwortung bewusst sein, sicherzustellen, dass Ihre Nutzung legal ist. Gehen Sie nicht davon aus, dass ein Buch, das nach unserem Dafürhalten für Nutzer in den USA öffentlich zugänglich ist, auch für Nutzer in anderen Ländern öffentlich zugänglich ist. Ob ein Buch noch dem Urheberrecht unterliegt, ist von Land zu Land verschieden. Wir können keine Beratung leisten, ob eine bestimmte Nutzung eines bestimmten Buches gesetzlich zulässig ist. Gehen Sie nicht davon aus, dass das Erscheinen eines Buchs in Google Buchsuche bedeutet, dass es in jeder Form und überall auf der Welt verwendet werden kann. Eine Urheberrechtsverletzung kann schwerwiegende Folgen haben.

Über Google Buchsuche

Das Ziel von Google besteht darin, die weltweiten Informationen zu organisieren und allgemein nutzbar und zugänglich zu machen. Google Buchsuche hilft Lesern dabei, die Bücher dieser Welt zu entdecken, und unterstützt Autoren und Verleger dabei, neue Zielgruppen zu erreichen. Den gesamten Buchtext können Sie im Internet unter `http://books.google.com` durchsuchen.

YC 65707

UC-NRLF
$B 75 331

REESE LIBRARY
OF THE
UNIVERSITY OF CALIFORNIA.
Received OCT 20 1894 , 189 .
Accessions No. 56411 . Class No.

Beiträge

zur agronomischen

Bodenuntersuchung und Kartirung

von

Dr. Max Fesca,
Privatdocent an der Universität Göttingen.

Mit einer Curventafel und einer agronomischen Karte des Ritterguts Linden bei Wolfenbüttel.

REESE LIBRARY OF THE UNIVERSITY OF CALIFORNIA.

Berlin.
Verlag von Paul Parey.
Verlagshandlung für Landwirthschaft Gartenbau und Forstwesen.
1882.

SC91
F4
Suppl.

56411

REESE LIBRARY OF THE UNIVERSITY OF CALIFORNIA.

Nach Herausgabe meiner vor zwei Jahren veröffentlichten Schrift: „Die agronomische Bodenuntersuchung und Kartirung auf naturwissen„schaftlicher Grundlage ꝛc.“ ersuchte mich Herr Landesökonomierath Kaufmann, sein bei Wolfenbüttel belegenes Gut Linden agronomisch zu kartiren.

Auf den Antrag des Central-Ausschusses der Königlichen Landwirthschaftsgesellschaft zu Celle bewilligte Seine Excellenz der Herr Minister für Landwirthschaft, Domänen und Forsten Dr. Lucius Geldmittel zum Zwecke der Fortsetzung methodischer Arbeiten auf dem Gebiete der agronomischen Bodenuntersuchung und Kartirung. Bei der Ausführung dieser Arbeiten, welche ich in der vorliegenden Form der Oeffentlichkeit übergebe, wählte ich daher die Bodenverhältnisse des Ritterguts Linden als Ausgangspunkt.

In meiner vorigen Arbeit ging ich davon aus, die für den Kulturwerth eines Bodens wichtigen Eigenschaften zu characterisiren.

Als die für den Kulturwerth des Bodens besonders in Frage kommenden Bodeneigenschaften waren anzuführen:

1) das Verhalten des Bodens gegen Wasser,
2) das Verhalten des Bodens gegen Nährstofflösungen,
3) das Verhalten des Bodens gegen Wärme,
4) die aus den genannten Eigenschaften resultirende Bodenthätigkeit.

Als eine der wichtigsten Aufgaben der Bodenkunde wurde hingestellt, die Bodeneigenschaften und ihre Ursachen immer detaillirter zu studiren.

Die weiter fortgeführten kritischen Betrachtungen führten zu dem Resultate, daß diese Eigenschaften des Bodens — wenn man von kli-

matischen Einflüssen absieht — abhängig sind von der stofflichen Zusammensetzung der einzelnen Bodenschichten und der Anordnung derselben (der Lagerung des Bodens).

Bezüglich der stofflichen Zusammensetzung kommen namentlich gewisse Stoffgruppen, die man als „Constituenten" bezeichnet, in Frage, welche verschiedene Eigenschaften besitzen und je nach dem quantitativen Verhältniß, in welchem sie sich an der Zusammensetzung des Bodens betheiligen, auf die Eigenschaften desselben influiren. Es wird demnach der Bodenuntersuchung die doppelte Aufgabe zuzuweisen sein, die Abscheidungsmethoden dieser Constituenten aus dem Boden möglichst zu vervollkommnen und die Eigenschaften derselben detaillirter zu studiren, um auf diese Weise mit der Zeit immer weitgehendere Schlüsse auf die Eigenschaften des Gesammtbodens ziehen zu können (deductive Methode). Andererseits wird man auch bestrebt sein müssen, die einzelnen Bodentypen, soweit dies durchführbar ist, direct auf ihre Eigenschaften zu untersuchen (inductive Methode). — Wie ich bereits an früherer Stelle geäußert, kann ich das Arbeiten nach der gleichen noch unvollkommenen Methode, um vergleichbare Resultate zu erzielen nur als einen Nothbehelf ansehen, auf den wir leider recht oft angewiesen sind, den wir aber nie als ein Ideal hinstellen dürfen. In der consequenten, methodischen Verfolgung des anzustrebenden Zieles nicht in der consequenten Anwendung einer Untersuchungsmethode liegt die Hoffnung auf Erfolg!

Die Aufgabe, welche ich mir für die nächste Zeit in erster Linie gestellt habe, ist die, die für den Kulturwerth wichtigen Bodeneigenschaften in der angegebenen Richtung zu studiren und zur Förderung der bezüglichen Untersuchungsmethoden mit besonderer Berücksichtigung der Bonitirungszwecke beizutragen.

Die erste der einschlägigen Untersuchungen über das Verhalten des Bodens gegen Wasser habe ich Herrn Dr. Edler, Assistenten am hiesigen landwirthschaftlichen Institute übergeben, welcher dieselbe auf Grund der von mir angegebenen Directiven ausgeführt hat.

Die Arbeit prüft die mit dem Schoene'schen Schlämmapparate abgeschiedenen Constituentengruppen, welche für das Verhalten des Bodens gegen Wasser in erster Linie maßgebend sind, bezüglich der Was-

ſerleitung von unten nach oben ſowie von oben nach unten, es ſind Beobachtungen über die Geſchwindigkeit der Leitung angeſtellt und am Schluſſe jedes Verſuches in verſchiedenen Höhen der 1 Meter hohen Bodenſäule der Waſſergehalt dem Gewichte nach beſtimmt und nach dem ſpec. Gew. und Volumgewicht des Bodens auf das Volumen berechnet. Es iſt mit Schlämmproducten typiſcher Bodenvorkommen aus dem nördlichen Deutſchland ſowie mit Kreidepulver gearbeitet, außerdem ſind Verſuche mit ſorgfältig hergeſtellten Gemiſchen von feinen Schlämmproducten in dem quantitativen Verhältniſſe wie ſich dieſelben in typiſchen Thonen und Lehmen finden, angeſtellt. Mit groben natürlichen Bodengemiſchen nach der angewandten Methode zu arbeiten, empfiehlt ſich nicht, weil dieſelben ein gleichmäßiges Einfüllen in die Glasröhren nicht zulaſſen; dagegen haben die feineren Gemiſche, ſowie die getrennten feinen wie gröberen Korngrößen recht conſtante Reſultate geliefert, welche unſere Detailkenntniſſe über das Verhalten des Bodens gegen Waſſer erweitern und die Brauchbarkeit einer guten mechaniſchen Analyſe erhöhen.

Da die Arbeit noch nicht vollſtändig abgeſchloſſen iſt, ſo habe ich dieſelbe für die vorliegenden Unterſuchungen noch nicht benutzt, ſondern beſchränke mich auf dieſen Hinweis und bemerke nur noch, daß ein Theil der Arbeit als Doctordiſſertation im Druck befindlich iſt, das Ganze gegen Ende des Winters veröffentlicht wird.

In den vorliegenden Beiträgen zur Bodenunterſuchung habe ich verſucht, die Beſtimmung des Abſorptionscoëfficienten des Bodens für die wichtigſten Pflanzennährſtoffe für die Zwecke der Bonitirung nutzbar zu machen. Wenngleich auch die Abſorptionserſcheinungen von gewiſſen conſtituirenden Beſtandtheilen abhängig ſind, ſo ſind doch in dieſer Richtung auf indirectem Wege für practiſche Zwecke befriegende Schlüſſe weit ſchwieriger zu ziehen als in Bezug auf das Verhalten der Böden gegen Waſſer; deshalb habe ich auf Grund unſerer augenblicklichen Kenntniſſe und mit Berückſichtigung der vorliegenden Unterſuchungen die Abſorptionsgrößen durch directe Beſtimmung ermittelt. Sobald man ſich über die Methode völlig klar iſt, ſind derartige Beſtimmungen mit nicht allzugroßer Mühe auszuführen, und es werden durch die conſequente Durchführung dieſer Beſtimmungen neben dem directen practiſchen Werthe derſelben unſere Kenntniſſe über den Boden

mit der Zeit wesentlich erweitert werden. Wenn ich es nun auch für nothwendig halte, die Methode zur Bestimmung der Absorptionscoëfficienten für Bonitirungszwecke noch nach einigen Richtungen kritisch zu prüfen, so glaube ich doch, daß dieselbe in nächster Zeit nicht so wesentliche Modificationen erfahren wird, daß die von mir gelieferten Zahlen dadurch an Werth und Brauchbarkeit verlieren.

Als „Beiträge" möchte ich, wie der Titel sagt, die vorliegende Arbeit aufgefaßt wissen, auf Vollständigkeit kann dieselbe keinen Anspruch machen.

Die Ziele, welche die Bodenkunde zu verfolgen hat, bestehen ja nicht nur in der Ausarbeitung von Untersuchungsmethoden und in Studien der Bodeneigenschaften von allgemeiner Gültigkeit, sondern es sind diese Untersuchungsmethoden für das Studium specieller Bodenvorkommen in möglichster Vollständigkeit in Anwendung zu bringen.

Bei dem großartigen Werke der agronomischen Landesaufnahme, welches von der Königl. geologischen Landesanstalt in Angriff genommen ist, handelt es sich u. A. darum festzustellen, wie sich eine geologisch zu unterscheidende Formation resp. Facies in agronomischer Beziehung verhält. Eine auch in Bezug auf Vollständigkeit vorzügliche Arbeit ist in den Abhandlungen zur geologischen Specialkarte von Preußen ꝛc. Bd. III. Heft 2 von E. Laufer und F. Wahnschaffe geliefert. Es sind in der Arbeit zunächst die Untersuchungsmethoden besprochen und begründet und es ist dann auf Grund der Untersuchungsresultate von 27 Sectionen aus der Umgegend von Berlin entstammenden Böden eine agronomische Characteristik der im Brandenburgischen Flachlande geologisch unterschiedenen Schichten geliefert.

Die weitere Verbreitung der in dieser Schrift auf Grund einer Fülle von Material gefolgerten Resultate in agronomische Kreise scheint mir geboten; ich gedenke dieselbe daher in einem besonderen Aufsatze in einer landwirthschaftlichen Zeitschrift zu besprechen.

Hier möchte ich nur auf einen Punkt hinweisen, welcher mit meiner vorliegenden Arbeit in einiger Beziehung steht. Ich glaube nämlich, daß das in den Abhandlungen ꝛc. S. 56 über die Löslichkeit der Thonerde in Salzsäure Gesagte mit den von mir in meiner citirten Schrift S. 23. 29 a. a. O. gemachten Ausführungen im Wesentlichen

übereinstimmt, während die Art der Darstellung den Anschein einer Controverse hat. Ich habe in meiner Schrift in Uebereinstimmung mit Herrn Dr. Laufer ausgesprochen, daß die Möglichkeit einer geringen Löslichkeit der Thonsubstanz in Salzsäure nicht ausgeschlossen ist, daß ich mich aber zu der Annahme berechtigt glaube, daß der Hauptsache nach an Doppelsilicate gebundene Thonerde von dieser Säure gelöst wird. Ich glaube, daß die Mehrzahl derer, die sich mit Mineralchemie beschäftigen, unter diesen auch Herr Dr. Laufer meiner Ansicht sind. Allerdings giebt auch die Kaolinsubstanz etwas Thonerde an Salzsäure ab, jedoch zugleich mit geringen Mengen von Kalk, Magnesia und sogar Alkalien. Der sich in der Natur findende Kaolin ist wohl nie so vollständig ausgelaugt, daß er im strengsten Sinne des Worts als chemisch reines kieselsaures Thonerdehydrat aufzufassen ist; sondern es finden sich stets noch geringe Mengen andrer Basen als Verunreinigungen der Thonsubstanz, und zwar höchst wahrscheinlich in Verbindung mit einer entsprechenden Thonerdemenge als Doppelsilicat. Jedenfalls spricht das schwache Absorptionsvermögen des natürlichen Kaolin für Basen dafür, daß die in Salzsäure lösliche Thonerde sich anders verhält als die in Schwefelsäure lösliche; denn Rautenberg hat ja seiner Zeit gefunden, daß mit Salzsäure extrahirter Kaolin ein Absorptionsvermögen für Basen nicht mehr besitzt.

Wenn ich von vornherein zugestehen muß, daß meine Arbeit, obgleich der specielle Theil derselben nur einen kleinen Bohencomplex umfaßt, an Vollständigkeit bezüglich der Bearbeitung hinter den Abhandlungen der geologischen Landesanstalt zurücksteht, so findet dieser Mangel vielleicht darin eine Entschuldigung, daß ich veranlaßt war, in relativ kurzer Zeit neben meinen Vorlesungen die Arbeit fertig zu stellen, während in den Abhandlungen die Resultate der Thätigkeit mehrerer Herren eine Reihe von Jahren hindurch geboten werden konnten. Auch ich hätte gern die stoffliche Zusammensetzung der in Linden anstehenden Bodenschichten in das Bereich der Untersuchungen gezogen, schon weil ich es für wesentlich halte die agronomischen Untersuchungen nicht auf das im Flachland gelegene Staatsgebiet zu beschränken, sondern auch auf das Gebirgsland auszudehnen. Nur um die Fertigstellung meiner Arbeit nicht allzuweit hinauszuschieben, habe ich auf den allgemeinen

methodiſchen Theil der Arbeit den Schwerpunkt gelegt und den ſpeciellen etwas gekürzt; es iſt jedoch geſammeltes Material noch in genügender Menge vorhanden, um die Unterſuchungen weiter fortſetzen zu können.

Schließlich ſei mir noch eine Bemerkung hinſichtlich der Darſtellung geſtattet. Ich habe mir die Aufgabe geſtellt, eine wiſſenſchaftliche Arbeit zu liefern, welche auch in weiteren Kreiſen, ſpeciell vom gebildeten practiſchen Landwirthe geleſen werden kann. Bei einem derartigen Beginnen kann leicht der Fall eintreten, daß man hier und da für den Fachmann zu populär, hier und da für den Practiker zu gelehrt ſchreibt; ich habe mich beſtrebt die goldene Mittelſtraße zu halten und bitte um gütige Nachſicht, wenn mir dies nicht immer gelungen ſein ſollte.

Die analytiſchen Arbeiten ſind im landwirthſchaftlichen Laboratorium des hieſigen Inſtituts gemacht und erlaube ich mir Herrn Profeſſor Drechsler für die Bereitwilligkeit, mit welcher mir derſelbe das Laboratorium zu dieſem Zwecke zur Dispoſition ſtellte meinen aufrichtigen Dank zu ſagen.

Göttingen, im November 1881.

M. Fesca.

Inhaltsverzeichniß.

Seite

Beiträge zur Bodenunterſuchung.

Werth und Beſtimmungsmethode des Abſorptionscoefficienten zu Bonitirungszwecken.

Urſache und Wirkung der Abſorptionserſcheinungen 3
Die Methoden zur Beſtimmung des Abſorptionscoëfficienten und die Anwendbarkeit derſelben für Bonitirungszwecke 20

Beiträge zur Kartirung.

Allgemeines 55
Die Bodenverhältniſſe des Ritterguts Linden 62
Practiſche Folgerungen 85

Anhang.

Analytiſche Methoden und Belege 97

Göttingen,
Druck der Dieterichschen Univ.-Buchdruckerei.
W. Fr. Kästner.

Beiträge

zur

Bodenuntersuchung.

REESE LIBRARY OF THE UNIVERSITY OF CALIFORNIA

Werth und Bestimmungsmethode des Absorptionscoefficienten zu Bonitirungszwecken.

Ursache und Wirkung der Absorptionserscheinungen.

Bringt man eine Lösung von verschiedenen chemischen Körpern mit einer Quantität Erde in Berührung, so beobachtet man, daß die Lösung an diesen chemischen Körpern ärmer geworden ist, indem der Boden einen Theil derselben niedergeschlagen, fixirt, wie man sich ausdrückt, absorbirt hat.

Unter den chemischen Körpern, welche vom Boden absorbirt werden, finden sich eine Anzahl wichtiger Pflanzennährstoffe, und aus diesem Grunde ist diese Erscheinung von besonderem Interesse sowohl für die Wissenschaft des Landbaues als auch für die practische Landwirthschaft.

Von den uns hier besonders interessirenden Pflanzennährstoffen, sind es sowohl Basen als auch Säuren, welche absorbirt werden; und zwar ist, die Basen anlangend, das Absorptionsvermögen ein besonders starkes für Kali und Ammoniak, bereits geringer für Kalk und Magnesia, Natron wird so gut wie nicht absorbirt; die Säuren betreffend, tritt die Absorption der Phosphorsäure in den Vordergrund; außerdem zeigt der Boden noch ein nennenswerthes Absorptionsvermögen für Kieselsäure; dagegen werden Schwefelsäure [1]) und Salpetersäure nicht absorbirt.

Nachdem auf diese Erscheinungen von verschiedenen Seiten bereits mehr oder weniger deutlich hingewiesen war, war der Engländer Way der erste, welcher das Absorptionsvermögen des Bodens für Basen gründlicher studirte und so den Anfang machte für eine wissenschaftliche Begründung der beobachteten Thatsachen. Way spricht bereits die Ansicht aus, daß die Absorption der Basen auf rein chemische Processe zu-

1) Nur vereinzelte Versuche sprechen für ein äußerst geringes Absorptionsvermögen des Bodens für Schwefelsäure.

rückzuführen sei, eine Anschauung zu der man, nachdem sie fast zwei Jahrzehnte hindurch hart bekämpft wurde, doch allmählich wieder zurückgekommen ist. —

Ein allgemeines Interesse in wissenschaftlichen wie practischen Kreisen gewannen die Absorptionserscheinungen erst durch die Anregung v. Liebig's, welcher die große Bedeutung derselben für die Theorie der Düngung und Pflanzenernährung erkannte und durch eigne Untersuchungen unsere Kenntnisse auf diesem Gebiete erweiterte. Liebig ist jedoch nicht geneigt, die Way'schen Erklärungen der Absorptionserscheinungen, welche, wie bereits bemerkt, dieselben auf chemische Processe zurückzuführen suchen, zu adoptiren; er neigt vielmehr einer physikalischen Erklärung zu, bleibt sich jedoch dabei nicht consequent, sondern weist auch stellenweise auf die Deutlichkeit hin, mit welcher der Chemismus der Erscheinungen zu erkennen ist.

Diese von Liebig ausgesprochene Ansicht einer physikalischen — wenigstens nicht ausschließlich chemischen — Begründung der Absorptionserscheinungen, hat dann den größten Theil der zahlreichen von deutschen Gelehrten gelieferten Arbeiten zur Klärung dieser hochwichtigen Frage mehr oder weniger beeinflußt. Fast alle Arbeiten sprechen sich — soweit sie nicht ausschließlich physikalischen Processen das Wort reden — wenigstens für eine theilweise physikalische Begründung der beobachteten Thatsachen aus, obwohl meiner Ansicht nach die experimentellen Untersuchungen durchweg vielmehr einer chemischen Erklärungsweise das Wort reden.

Unterziehen wir jetzt beide Anschauungen einer kurzen, sachgemäßen Kritik.

Liebig erläutert den bei der Absorption stattfindenden physikalischen Proceß, indem er auf die Eigenschaften der Kohle hinweist, Farbstoffe aus Lösungen in sich aufzunehmen; und dieser Vergleich des Bodens bezüglich seiner physikalischen Beschaffenheit mit Kohle scheint allen den Agriculturchemikern vorgeschwebt zu haben, welche auf eine physikalische Erklärung zurückkamen. Der chemisch reinen Kohle kommt nun zweifellos die Eigenschaft zu, verschiedene Farbstoffe, auch riechende Stoffe verschiedener Art zu absorbiren, eine Eigenschaft, die auch für andere im Boden vorkommende Körper z. B. Eisen[1]) (auch Schwefel) beobachtet worden ist. Ob dieses Verhalten der Kohle auf physikalische oder chemische Processe zurückzuführen ist, dürfte bei der noch nicht genügend bekannten, jedenfalls mannigfach verschiedenen Constitution der in Frage kommenden Verbindungen kaum mit Sicherheit zu entscheiden sein; jedoch

1) Vgl. Filhol, Pharm. Centralbl. 1852, S. 211.

unterliegt es keinem Zweifel, daß sich der Boden in dieser Beziehung im Allgemeinen analog der Kohle und den genannten Körpern verhält. Der zumeist als erster Entdecker der Absorptionserscheinungen genannte Bronner beobachtete ja eigentlich nur das Verhalten des Bodens in dieser Beziehung, denn seine thatsächliche Entdeckung beschränkt sich darauf, daß stinkender Mistpfuhl durch Gartenerde oder feinen Flußsand filtrirt vollkommen farblos und fast geruchlos abfließt[1]).

Eine weitere, wohl ausschließlich? physikalische Eigenschaft der porösen chemisch reinen Kohle ist die, Gase in großen Mengen in ihren Poren zu verdichten[2]); dagegen ist die chemisch reine Kohle nicht im Stande, Alkalien, alkalische Erden und Säuren aus Lösungen niederzuschlagen, zu absorbiren, wie dies Ad. Mayer[3]) durch Experimente mit an Mineralstoffen vollständig freier Kohle nachgewiesen hat.

Eine auf ganz andre Ursachen zurückzuführende Erscheinung ist das Verhalten der Knochenkohle, Salze der Alkalien und alkalischen Erden aus Lösungen niederzuschlagen, eine Eigenschaft, die man bekanntlich zur Reinigung des Zuckersaftes technisch nutzt. Die Knochenkohle enthält 80—90 % Mineralstoffe — sie ist also in chemischer Hinsicht gar nicht als Kohle zu bezeichnen —, das besagte Verhalten ist daher wohl nicht auf physikalische, sondern zweifellos auf chemische Processe (Phosphatbildung ꝛc.) zurückzuführen.

Bei den mit Kohle oder Torf angestellten Absorptionsversuchen hat man sich darauf beschränkt, das Material mit Säuren auszuziehen, zuweilen sogar diese Manipulation unterlassen, in keinem Falle jedoch den Nachweis geliefert, daß das angewandte Material vollständig frei von Mineralstoffen war, mit Ausnahme der Mayer'schen Arbeit, welche aber auch wie bereits angeführt, ein negatives Resultat lieferte.

Es ist demnach bis jetzt für die **physikalische** Bindung eines **gelösten** Stoffes durch den Boden in keiner Weise der Beweis geliefert; im Gegentheil ist es, wenn auch vielleicht noch nicht vollständig widerlegt, so doch höchst unwahrschein-

---

1) Der Weinbau in Süddeutschland. Heidelberg 1836. S. 44.

2) Vgl. die in Gmelin-Kraut, Handbuch der Chemie 2. Aufl. I, 1, S. 398 angeführten Untersuchungen von de Saussure.

3) Vgl. Ad. Mayer, Lehrbuch der Agriculturchemie. 2. Aufl. Heidelberg 1876. Mayer stellte sich chemisch-reine Kohle dar, indem er eine rußende Petroleumflamme gegen eine Porzellanschale mit kaltem Wasser schlagen ließ, der Ruß wurde im geschlossenen Tiegel ausgeglüht und die so gewonnene sehr poröse Kohle wurde zu Absorptionsversuchen mit Kali-, Natron- und phosphorsauren Salzen und kaustischem Ammoniak in Lösung benutzt. In allen Fällen zeigte sich keine Absorption.

lich, daß die Absorption fester wie gasförmiger Stoffe aus Lösungen auf physikalischem Wege vor sich geht. Physikalisch gebunden wird jedoch jedenfalls Ammoniumkarbonat[1]), soweit dasselbe als freies Gas, und nicht in wässeriger Lösung im Boden enthalten ist.

Es handelt sich jetzt darum, festzustellen, ob und inwieweit die Absorptionserscheinungen auf chemische Ursachen zurückzuführen sind.

Um diese Frage zu beantworten, müssen wir auf die Way'schen Untersuchungen zurückgehen, deren Resultate sich in folgende Sätze zusammenfassen lassen. Way constatirte:

1. Werden Kali- und Ammoniaksalze in Lösungen mit Boden in Berührung gebracht, so zeigt die abfiltrirte Lösung einen geringeren Gehalt an der betreffenden Basis, gegenüber der ursprünglich aufgegebenen.

2. Dagegen finden sich im Filtrat die vollen Mengen Schwefelsäure, Salpetersäure oder Salzsäure, an welche die ursprünglich vorhandene Menge der Basen gebunden war.

3. Für das absorbirte Kali resp. Ammoniak tritt eine andre Basis, zumeist Kalk, in Lösung.

4. Auch kaustisches Kali und Ammoniak werden absorbirt, ebenso

5. Phosphorsäure, und zwar findet bei Absorption der Salze, deren Basis und Säure absorptionsfähig ist (phosphorsaures Kali resp. Ammoniak) keine Wechselzersetzung statt.

Auch für Kali-, Magnesia- und Natronsalze ist von Way Absorption beobachtet worden.

Way suchte endlich auch der Ursache der Absorptionserscheinungen auf den Grund zu kommen. Er stellte sich wasserhaltige Doppelsilicate dar, bestehend aus kieselsaurer Thonerde und kieselsaurem Alkali resp. kieselsaurer alkalischer Erde und fand, daß derartige Doppelsilicate mit Lösungen anderer Basen in Berührung gebracht, ihre Basen austauschen.

Auf Grund dieser Untersuchungen, auf deren Details hier einzugehen zu weit führen würde, führt Way bereits das Absorptionsvermögen des Bodens auf das Vorhandensein wasserhaltiger Doppelsilicate der Thonerde und der Alkalien resp. alkalischen Erden zurück.

Damals hatte man freilich vom Vorhandensein derartiger wasserhaltiger Doppelsilicate (zeolithartiger Mineralien) im Boden noch keine Kenntniß; daher ist denn auch der Einwurf Liebigs, daß das Vorhandensein der von Way künstlich dargestellten Doppelsilicate im Boden

1) Das Vorhandensein von gasförmigem Ammoniumkarbonat im Boden ist wohl principiell nicht auszuschließen, wenngleich sich das Salz zum größten Theil in wässriger Lösung vorfinden dürfte. — Kaustisches Ammoniak kann im Boden nicht enthalten sein. —

nicht erwiesen sei, verständlich, wenn auch vom gegenwärtigen Standpunkte aus nicht mehr gerechtfertigt. Allerdings läßt sich gegen die Constitution der von Way künstlich dargestellten Doppelsilicate Manches einwenden, auch ist die Arbeit nicht ganz von Fehlern und Widersprüchen frei; immerhin bleibt Way das große Verdienst, für damals völlig unbekannte Erscheinungen, die uns auch heute, nachdem das Gebiet 25 Jahre von den verschiedensten Seiten bearbeitet ist, noch nicht vollständig im Detail erklärlich sind, in einer ersten wissenschaftlichen Bearbeitung eine Erklärung gegeben zu haben, deren Kern sich als vollständig richtig erwiesen hat, wie wir das im weiteren Verlaufe unserer Betrachtungen sehen werden.

Freilich ist nur der Absorption der Basen in dem Erklärungsversuche Rechnung getragen, die Absorption der Phosphorsäure ist unberücksichtigt geblieben.

Auch Henneberg[1]) und Stohmann sprechen sich auf Grund ihrer Untersuchungen für den Chemismus der Absorptionserscheinungen aus; heben aber allerdings mit Recht hervor, daß die beobachteten Umsetzungen nicht immer den in der Chemie anerkannten Affinitäten entsprechend vor sich gehen.

In eclatanter Weise führt Rautenberg[2]) die Absorptionserscheinungen auf chemische Processe zurück; durch seine Untersuchungen ist der Kern der Way'schen Erklärung bestätigt, die Erklärung der Ursachen für die gesammten hierhergehörigen Erscheinungen aber außerdem wesentlich erweitert.

Rautenberg wies nach, daß das Absorptionsvermögen für Basen in erster Linie abhängig sei von dem Gehalte des Bodens an zeolithartigen Mineralien, an Doppelsilicaten der Thonerde mit Alkalien resp. alkalischen Erden. Ferner zeigte der Humus ein namhaftes Absorptionsvermögen für Basen. Der reine Thon (Kaolin) zeigte kein Absorptionsvermögen, auch wenn derselbe mit kohlensaurem Kalk imprägnirt war, dagegen ließ sich für das Eisenoxydhydrat ein nennenswerthes Absorptionsvermögen für Basen constatiren. Rautenberg hebt hervor, daß das Absorptionsvermögen des Eisenoxydhydrat wie des Humus deswegen in praxi von geringem Belang sei, weil beide Stoffe nur in relativ geringer Menge im Boden vorhanden seien, eine Ansicht, die besonders wohl in Betreff des Humus nicht immer ganz zutreffend ist.

Bezüglich der Absorption der Phosphorsäure ist Rautenberg der

---

1) Journal für Landwirthschaft 1859, S. 25 ff.
2) Ebendas. 1862, S. 405 ff.

Ansicht, daß dieselbe vom Gehalte des Bodens an Eisenoxyd, Thonerde[1]), Kalk und Magnesia wesentlich abhängig sei.

Einen wesentlichen Fortschritt bezüglich des Verständnisses der Absorptionserscheinungen verdanken wir endlich den Untersuchungen von Pillitz[2]). Derselbe lieferte den Nachweis:

1. Daß ein Boden unter geeigneten Bedingungen Ammoniak und Kali in äquivalenten Verhältnissen absorbirt;

2. daß ein Boden, dessen Absorptionsvermögen für Ammoniak gesättigt[3]), aus einer neutralen Phosphorsäure-Kalilösung kein Kali absorbirt, daß dagegen das Absorptionsvermögen desselben für Phosphorsäure durch die vorhergegangene Ausättigung mit Ammoniak in keiner Weise beeinträchtigt ist[4]).

Die hier summarisch zusammengestellten Resultate wissenschaftlicher Forschung dürften zur Genüge den Nachweis liefern, daß es — die Absorption des gasförmigen Ammoniumkarbonats ausgenommen — **chemische Processe** sind, auf welche wir die Absorptionserscheinungen des Bodens für Pflanzennährstoffe zurückzuführen haben.

Daß wir die hierbei vor sich gehenden chemischen Processe nicht immer im Detail verstehen können, ist erklärlich, wenn wir bedenken, daß wir sowohl im Boden wie in den gelösten Düngstoffen nicht zwei einzelne auf einander einwirkende Körper, sondern im Boden sowohl wie im Dünger eine große Anzahl verschieden reagirender und die Reaction gegenseitig beeinflussender Körper vor uns haben.

Es dürfte hier wohl am Platze sein, einen sehr zutreffenden Vergleich von Ad. Mayer anzuführen: „Denken wir uns, man schütte in „ein Gefäß eine Reihe von der Qualität und Quantität nach bekannten „Reagenzien und ein gewandter, kenntnißreicher Chemiker solle uns sa„gen, welche Reaction beim jedesmaligen Hinzufügen eines neuen Rea„genz vor sich geht. Zuerst wird die Aufgabe sehr leicht sein aber schon „beim dritten und vierten Zusatz wird sich dieselbe so compliciren, daß „die Weisheit des Chemikers ihr Ende erreicht hat".

---

1) Meine später anzuführenden Absorptionsversuche haben gezeigt, daß reiner Thon (Kaolin) kein Absorptionsvermögen für P_2O_5 besitzt.

2) Fresenius, Zeitschrift für analytische Chemie XIV. Jahrg. 1875, S. 55 ff. und S. 282 ff.

3) Der Ausdruck gesättigt soll weiter unten der Kritik unterzogen werden.

4) Schon Knop (die Bonitirung der Ackererde. Leipzig 1872, S. 45 ff.) schließt mit Recht aus seinen Resultaten, daß Böden, denen ein hohes Absorptionsvermögen für Ammoniaksalze eigen ist, ein solches in gleicher Weise für Kalisalze zeigen. Daß beide Basen von demselben Boden den gleichen Aequivalentverhältnissen entsprechend absorbirt werden, hat jedoch Knop noch nicht nachgewiesen.

Vereinfachen wir nun auch bei Absorptionsversuchen die Verhältnisse dadurch, daß wir das Verhalten eines Bodens gegen eine Lösung eines einzelnen Salzes prüfen, so haben wir doch immer noch in dem zu prüfenden Boden ein mixtum compositum vor uns, welches das theoretische Verständniß der vor sich gehenden Reactionen unendlich erschwert, das wir aber nicht vereinfachen können, wenn wir eben das Absorptionsvermögen des in Frage stehenden Bodens studiren wollen. Gerade deswegen haben ja die Arbeiten mit künstlich dargestellten wasserhaltigen Doppelsilicaten, wie sie von Way und später auch u. A. von Heiden ausgeführt sind, das theoretische Verständniß der Absorptionserscheinungen nicht unwesentlich gefördert.

Stellen wir uns nun die Frage, was haben wir in den Absorptionserscheinungen eigentlich vor uns?, so lautet die einfache Antwort: sie sind specielle Phasen des Verwitterungsprocesses und als solche bereits von hoher Wichtigkeit für die Bodenbildung. Wenn man sich den Verwitterungsproceß vergegenwärtigt, faßt man vielfach nur die eine Seite desselben, den am meisten hervortretenden Zerstörungsproceß des festen Gesteins in's Auge. Ebenso wichtig für die Bildung kulturfähigen Ackerbodens, ja fast wichtiger noch als dieser chemische und mechanische Zerstörungsproceß, ist die Reihe der Mineralumbildungsprocesse, die ebenfalls zu den Verwitterungserscheinungen zu rechnen sind.

Da wo der Zerstörungsproceß ausschließlich zur Geltung gelangt, bildet sich aus den Alkali-Thonerdesilicaten Kaolin, fast chemisch reines kieselsaures Thonerdehydrat, aus den Kalk-Magnesia-Eisensilicaten Serpentin, kieselsaures Magnesiumhydroxyd, beides Bildungen, welche zur Nutzung für technische Zwecke, aber nicht zur Nutzung als Ackerboden geeignet sind.

Soll aber aus der Verwitterung ein fruchtbarer Ackerboden hervorgehen, so darf die Natur nicht nur analytisch, so muß sie zugleich synthetisch arbeiten; und als ein specielles Resultat synthetischer Arbeit tritt uns die Zeolithbildung entgegen, eine Gruppe von Processen, auf welche, wie bereits bemerkt, die Absorption für die Pflanzenernährung wichtiger Basen zurückzuführen ist.

Mächtige Lager von Kaolin können nur durch Verwitterung aus solchen Graniten, Gneisen, Felsitporphyren entstehen, welche nur Alkali-Thonerdesilicate (Orthoklas, Oligoklas 2c.), aber nicht oder doch nur in relativ geringen Mengen Kalk-Magnesia-Eisensilicate (Feldspathe, in denen die Anorthitsubstanz prävalirt, Amphibolithe 2c.) enthalten; sind Silicate der alkalischen Erden in erheblicher Menge zugegen, so kann das Kali nicht vollständig in Lösung entführt werden, sondern es geht mit denselben eine Zeolithverbindung ein, Verbindungen, welche freilich in

weit höherem Maße löslich sind als die ursprünglichen Silicate aus denen sie entstanden, aber immerhin so schwer löslich, daß sie dem Boden niche leicht durch Auswaschung entzogen werden[1]). In dieser Mittelstellung bezüglich der Löslichkeit ist aber gerade außer in der stofflichen Zusammensetzung der Werth derartiger Zeolithverbindungen als constituirende Bestandtheile des Kulturbodens zu suchen.

Die Beobachtungen, welche bezüglich der Absorptionsfähigkeit der einzelnen Stoffe gemacht sind, stimmen übrigens mit den längst bekannten Thatsachen über den Verlauf des Verwitterungsprocesses genügend überein. Man hat beobachtet, daß das Natron aus den Silicatgesteinen leichter durch Verwitterung ausgelaugt wird als Kali, man hat andrerseits beobachtet, daß das Absorptionsvermögen des Bodens für Natron dem für Kali gegenüber ein äußerst geringes ist ꝛc.

Daß die sich vollziehenden chemischen Processe bei allmählicher Einwirkung und niedriger Temperatur vielfach den stärksten Affinitäten entgegen verlaufen, die wir bei der Einzelwirkung starker Affinitäten im Laboratorium beobachten, ist gerade beim Studium des Verwitterungsprocesses längst erkannt. Es sei hier nur an das Verhalten der Kieselsäure zur Kohlensäure erinnert. Im Laboratorium ist es bekanntlich ein Leichtes die Kohlensäure aus ihren Verbindungen durch Kieselsäure zu verdrängen, während das auf das feste Gestein allmählich einwirkende kohlensaure Wasser u. A. die Silicate der alkalischen Erden in Bikarbonate verwandelt und in Lösung fortführt.

Können wir demnach den Chemismus der Absorptionserscheinungen nicht immer im Detail verstehen, so ist das darin begründet, daß eben unsere genaueren chemischen Kenntnisse aus Studien der Einzelwirkungen im Laboratorium hervorgegangen sind; wir sind aber deshalb nicht berechtigt, nach Erklärungen zu greifen, für deren Richtigkeit bislang trotz aller Bemühungen ein Beweis noch nicht beigebracht ist, während wir Analogien beobachten unter Verhältnissen, welche bis jetzt einen Zweifel gegen den Chemismus der Erscheinungen nicht haben aufkommen lassen. Auffallend ist es, daß man gerade für die Absorption der Basen vielfach eine physikalische Erklärung gesucht, während man den Chemismus bei der Absorption der Phosphorsäure eigentlich nie angezweifelt hat. Führt man einem Boden phosphorsaures Kali in Lösung zu, so werden beide Stoffe absorbirt; soll nun die Absorption eine che-

1) Die Silicate, welche wir im salzsauren Bodenextracte in Lösung erhalten, sind im Wesentlichen zeolithartige Verbindungen. Die Zeolithe sind in Salzsäure leicht löslich, während die Feldspathe und Amphibolithe zum Theil in geringem Maße zum großen Theile jedoch gar nicht vor dieser Säure angegriffen werden.

mische Ursache haben, so muß jedenfalls eine Spaltung der Verbindung vor sich gehen, da eine unlösliche Modification des phosphorsauren Kali nicht bekannt ist. Es bleibt eben keine andre Erklärung übrig, als die, daß beide, Base wie Säure sich den gewöhnlich als schwächer bezeichneten Affinitäten entsprechend umsetzen, das Kali in eine Silicatverbindung eintritt, die Phosphorsäure an Kalk, Magnesia, Eisen ꝛc. gebunden wird.

Daß humusreiche Böden in der Regel ein hohes Absorptionsvermögen für Basen besitzen, kann sowohl der directen, wie auch der indirecten Einwirkung der Humuskörper zugeschrieben werden. Ist es auch freilich eine bekannte Thatsache, daß die Alkalien mit den Humussäuren lösliche Salze bilden, so ist andrerseits zu bedenken, daß die Humussubstanz auch noch in Alkalien unlösliche Körper enthält, die wahrscheinlich einen basischen Character besitzen. Außerdem können aber auch die Humussäuren indirect das Absorptionsvermögen in der Weise erhöhen, daß sie die im Boden vorhandenen Feldspathe und Amphibolithe aufschließen und dieselben so in eine Form überführen, welche sie zur Bildung von Doppelsilicaten mit den in den Boden gelangenden Basen besonders geeignet machen.

Jedenfalls ist das Verhalten der bis jetzt so ungenügend bekannten Humussubstanzen am allerwenigsten geeignet, als Grundlage für die principielle theoretische Auffassung derartiger Erscheinungen zu dienen.

Für den Chemismus spricht entschieden das Verhalten der Salpetersäure, welche in Uebereinstimmung mit der leichten Löslichkeit ihrer sämmtlichen Salze nicht absorbirt wird. Merkwürdig und unerklärlich ist allerdings der Mangel des Absorptionsvermögens für Schwefelsäure, obgleich dieselbe im Boden immerhin Basen finden müßte, mit denen sie unlösliche Salze bilden könnte; aber auch diese Thatsache kann ich als einen Beweis gegen den Chemismus der übrigen Erscheinungen nicht anerkennen. Der Umstand, daß wir das Verhalten dieser Säure nicht erklären können, trägt nur dazu bei, uns unsere mangelhafte Detailkenntniß der einschlägigen Processe vor Augen zu führen.

Versuchen wir jetzt die Frage zu beantworten, wie machen sich die Absorptionserscheinungen im Boden geltend? in welcher Weise beeinflussen dieselben die Pflanzenernährung?

Um diese Verhältnisse klar zu legen, müssen wir zunächst das Verhalten des Bodens gegen Lösungen verschiedener Concentration, sowie das Verhalten der absorbirten Stoffe gegen Wasser in's Auge fassen.

Die bis jetzt vorliegenden Untersuchungen haben folgende Resultate geliefert:

Der Boden entnimmt der concentrirteren Lösung mehr als der verdünnteren.

Die absorbirten Stoffe lassen sich durch Auswaschen mit vielem Wasser theilweise dem Boden wieder entziehen.

Beide Sätze sind erklärlich, wenn wir bedenken, daß bei der Absorption nur schwache Affinitäten wirken. Es wird somit die lösende Kraft des Lösungswassers mit der chemischen Anziehung, welche die absorptionsfähigen Stoffe im Boden auf die gelösten Stoffe geltend machen, in Kampf treten.

Henneberg[1]) und Stohmann fanden, daß die aus $^1/_{10}$ und $^1/_5$ atomiger Lösung aufgenommenen Ammoniakmengen sich verhalten

bei Aetzammoniak wie	1 : 1,36
bei Mischung v. Aetzammoniak mit Salmiak wie	1 : 1,33
bei phosphorsaurem Ammon wie	1 : 1,45
bei den übrigen Ammonsalzen	1 : 1,40

Boedeker folgert in einer Abhandlung[2]) aus diesen Resultaten, daß die Quantitäten des in der Lösung wirkenden Stoffes sich verhalten wie die Quadrate ihrer Wirkungen. Es müßten sich also nach dem Boedeker'schen Gesetze die bei einer bestimmten Concentration der Lösung absorbirten Mengen verhalten zu den Mengen, welche absorbirt werden:

bei Verdoppelung der Concentration wie	1 : $\sqrt{2}$
bei Verdreifachung „ „ „	1 : $\sqrt{3}$
bei Vervierfachung „ „ „	1 : $\sqrt{4}$

Der Versuch, die Gesetzmäßigkeit der Absorptionserscheinungen in einen präcisen Zahlenausdruck formuliren zu können, hat sicher viel Verlockendes; daher hat denn auch das Boedeker'sche Gesetz seiner Zeit viel Aufsehen erregt. Die Menge der absorbirten Stoffe bei einfacher Concentration müßte sich verhalten zu der bei Verdoppelung derselben wie 1 : 1,41, was ja mit den angeführten Zahlen von Henneberg und Stohmann, aus denen das Gesetz gefolgert ist, einigermaßen übereinstimmt.

Wenn wir die bei einer gewissen Concentration gefundene Absorp-

---

1) Journal für Landwirthschaft 1859, S. 44. — Unter $^1/_{10}$ resp. $^1/_5$ atomiger Lösung ist nach alter Bezeichnung eine Lösung zu verstehen, welche im Liter $^1/_{10}$ resp. $^1/_5$ der durch NH_3, NH_4Cl, NH_4NO_3, $^1/_2((NH_4)_2SO_4)$, $^1/_3(\left\{\begin{matrix}(NH_4)_2\\H\end{matrix}\right\}PO_4)$ repräsentirten Gewichtsmengen in Gramm enthält.

2) Ebendas. S. 48 ff.

tionsgröße = 1 setzen, so muß selbstverständlich die bei der Verdoppelung der Concentration gefundene Verhältnißzahl entweder < 1 oder mindestens = 1 sein. In welchem Maße die Verhältnißzahl über die Größe 1 hinaus steigt, ist — wenn eine chemische Erklärung der Absorptionserscheinungen überhaupt aufrecht erhalten werden kann — abhängig von der ursprünglichen Concentration der Lösung und von der Quantität und Qualität der absorptionsfähigen Bodenbestandtheile [1]). Mit dem Steigen der Concentration werden die Moleküle des Wassers, weil sie zu dem gelösten Stoffe quantitativ in einem ungünstigeren Verhältnisse stehen, auch ihre Anziehungskraft dem gelösten Stoffe gegenüber weniger stark geltend machen können. Wir sehen dies am extremen Fall; aus einer gesättigten Lösung scheidet sich der gelöste Stoff leichter aus als aus einer verdünnten. Da nun die Löslichkeit der verschiedenen Salze eine verschiedene ist, so ist es klar, daß gleichprocentige resp. gleichatomige Lösungen verschiedener Salze bezüglich der molekularen Anziehungskraft, welche das Lösungsmittel auf das gelöste Salz geltend macht, nicht gleichwerthig sind.

Der zweite in dieser Beziehung maßgebende Factor ist der Gehalt des Bodens an absorptionsfähigen Gemengtheilen, also in Bezug auf die Basenabsorption namentlich zeolithartige Verbindungen und Humus. In wie weit die bei Verdoppelung der Concentration zu findende Verhältnißzahl sich vergrößert, wird bei verschieden zusammengesetzten Böden außerdem davon abhängen, in welchem Maße sich bereits bei der ursprünglichen Concentration die molekularen Anziehungskräfte des Wassers auf den gelösten Stoff und die im Boden vorhandenen maßgebenden Affinitäten abgeglichen haben.

In der Henneberg-Stohmann'schen Arbeit konnte sich nur der eine Factor, die verschiedene Löslichkeit der angewandten Basen und Salze geltend machen, der andre Factor war eliminirt, da Henneberg und Stohmann das Verhalten verschiedener Lösungen gegen den gleichen Boden prüften; es ist daher erklärlich, daß für die Absorptionssteigerung bei Verdoppelung der Concentration eine constante Zahl gefunde wurde.

Ad. Mayer [2]), welcher zuerst die Unzulänglichkeit des Boedeker'schen Gesetzes nachwies (das, wenn es richtig wäre, der chemischen

1) Daß die bei Verdoppelung der Concentration sich ergebende Absorptionsgröße, bezogen auf die ursprüngliche, zwischen 1 und 2 liegen muß, wie Ad. Mayer, Lehrbuch der Agriculturchemie 2. Auflage. II, S. 95 angiebt, scheint mir a priori zu schließen, nicht zweifellos richtig zu sein. Es ist wenigstens denkbar, daß bei stark concentrirter Lösung und Böden von hohem Absorptionsvermögen die bei Verdoppelung der Concentration gefundene Absorptionsgröße sogar noch größer als 2 sein kann.

2) Lehrbuch der Agriculturchemie 2. Aufl. II, S. 96.

Erklärung der Absorptionserscheinungen einen nicht unerheblichen Stoß versetzt hätte), prüfte das Boedeker'sche Gesetz auf Grund der von Peters für Kali und der von Küllenberg für Ammoniak und Kali gefundenen Resultate. Die Peters'schen Zahlen (Versuche mit Aetzkali und verschiedenen Kalisalzen in Concentrationen von $^1/_{20}$ und $^1/_{10}$ Atom angewandt) ergaben als engstes Verhältniß: schwefelsaures Kali 1:1,61, als weitestes: phosphorsaures Kali 1:1,89. Die Küllenberg'schen Zahlen für Kali zeigen Schwankungen von 1:1,21 (für kohlensaures Kali) bis 1:1,85 (salpetersaures Kali); die Zahlen für Ammoniak von 1:1,19 (schwefelsaures Ammon) bis 1:1,65 (phosphorsaures Ammon). Die angeführten Zahlen sind mit dem Boedeker'schen Gesetze nicht in Einklang zu bringen; dieselben zeigen vielmehr, daß auch wenn mit dem gleichen Bodenmaterial operirt wird, die durch Verdoppelung der Concentration bewirkte Steigerung der Absorption schon bei verschiedenen Salzen der gleichen Basis eine verschiedene ist.

Die absorbirten Stoffe können durch Auswaschen mit vielem Wasser theilweis dem Boden wieder entzogen werden.

Wie Versuche gezeigt haben, ist jedoch die Löslichkeit der absorbirten Stoffe in reinem Wasser eine nur geringe, und es ist die Menge der entzogenen Stoffe annähernd proportional dem angewandten Waschwasser. Nach Henneberg und Stohmann hatten 100 Grm. Boden aus 200 Cc. einer $^1/_5$atomigen Lösung 0,112 Grm. NH_3 absorbirt. Die Erde wurde 5 Tage hintereinander in der Weise mit Wasser ausgewaschen, daß jedesmal 24 Stunden 100 Cc. frisches Waschwasser einwirkten, welche sodann abdecantirt und untersucht wurden. Von den 0,112 Grm. NH_3 wurden durch Auswaschen entfernt:

1. Tag	0,010	Grm. NH_3
2. Tag	0,009	„ „
3. Tag	0,014	„ „
4. Tag	0,011	„ „
5. Tag	0,009	„ „

In 5 Tagen lösten 500 Cc Wasser 0,053 Grm. NH_3.

Ein zweiter Auswaschungsversuch, bei welchem vorher die doppelte Lösungsmenge der gleichen Concentration zur Absorption geboten war, lieferte genau dasselbe Resultat.

Wendet man auf die gleiche Bodenmenge eine größere Quantität Lösung an, so schafft man Verhältnisse, welche sich aus den beiden angeführten (Concentration der Lösung und Auswaschung) zusammensetzen; denn man kann sich die Operation in der Weise zerlegt denken, als verwende man eine concentrirtere Lösung und gösse dann eine entsprechende

Menge Wasser hinzu. Es muß also die Absorptionssteigerung, welche durch Vermehrung der zu absorbirenden Stoffe bewirkt wird, durch die gleichzeitige Anwesenheit einer größeren Menge Lösungsmittel in etwas vermindert werden. In wie weit eine Steigerung der Absorption stattfindet, hängt natürlich von der absoluten Concentration der Lösung, von der Löslichkeit des Salzes und von den im Boden vorhandenen, zur Bindung des zu absorbirenden Stoffes geeigneten Affinitäten ab.

Nach Hennebergs und Stohmanns mehrfach angeführten Untersuchungen steigerte sich die Ammoniakabsorption bei Verdoppelung des Lösungsquantums (nach Versuchen mit $^1/_5$atomiger Lösung von Salmiak, $^1/_{10}$atomiger Lösung von salpetersaurem Ammon und einer Lösung, welche $^1/_{10}$ Atom Salmiak und $^1/_{10}$ Atom Aetzammoniak im Liter enthielt) um $^1/_5$; jedoch kann die gefundene Zahl selbstredend nicht von allgemeiner Gültigkeit sein.

Den gleichen Effect, wie die Verdoppelung des Lösungsquantums bei gleichbleibender Bodenmenge, muß man natürlich erzielen, wenn man auf das gleiche Lösungsquantum die halbe Bodenmenge anwendet. Man ist dabei zumeist zu dem Resultate gelangt, daß mit der Vermehrung der Bodenmenge die Absorption steige; jedoch nicht proportional derselben[1]). Dagegen fanden beispielsweise Salomon und Knop, daß aus 200 Cc. einer Kalklösung die gleiche Menge Kalk absorbirt wurde, unabhängig davon, ob man 100, 50, 25 oder gar 12,5 Grm. Boden in Anwendung brachte[2]).

Bei meinen später zu besprechenden Absorptionsversuchen, bei welchen ich zumeist 50 Grm. Boden mit 100 Cc. Lösung in Berührung brachte, bestimmte ich daneben auch bei einer Anzahl verschiedener Böden die Absorptionsgröße bei Anwendung von 25 Grm. Feinerde auf 100 Cc. Lösung. Die angefügte Tabelle giebt auf 100 Grm. Boden berechnet die bei Anwendung von 25 Grm. Boden gefundene Verhältnißzahl der Absorption von Phosphorsäure und Ammoniakstickstoff an, die bei Anwendung von 50 Grm. Boden gefundene Zahl = 1 gesetzt.

Setzt man die bei Anwendung von 1 Boden zu 2 Lösung gefundenen Absorptionsgrößen = 1, so ergeben sich für das Verhältniß von Boden zu Lösung von 1 : 4 folgende Absorptionsgrößen:

---

1) Biedermann, Einige Beiträge zur Frage der Bodenabsorption. Landw. Versuchsstationen XI. 1869, S. 58.

2) Knop, Die Bonitirung der Ackererde S. 149.

		N	P_2O_5
Thone [1]) des Gault, Linden bei Wolfenbüttel	Schwarzer humoser Thon . .	1,234	1,039
	Grauer Thon	—	1,415
	Grauer Thon	1,431	1,059
Diluviallehme von Linden bei Wolfenbüttel	Humoser Lehm I	1,141	1,109
	Humoser Lehm II	1,425	0,961 [2])
	Heller Lehm	1,080	1,229
	Gewöhnlicher Diluviallehm I	1,155	—
	Gewöhnlicher Diluviallehm II	0,975 [2])	—
Alluviallehme von Linden bei Wolfenbüttel	Mischung aus Diluvium und Ockerabsatz	—	1,178

Es ist aus den Zahlen ersichtlich, daß sich für die Verdoppelung der Lösung (identisch mit der Reducirung des Bodenquantums auf die Hälfte) eine präcisere Gesetzmäßigkeit nicht geltend macht, als die für Verdoppelung der Concentration nachgewiesene, nur mit dem Unterschiede, daß die Steigerung durch die Gegenwart einer größeren Menge Lösungsmittel mehr herabgedrückt wird. Die Zahlen schwanken für N in den Verhältnissen 1:0,975—1:1,43 und für P_2O_5 von 1:0,961—1:1,415.

Auf Grund der auf den letzten Seiten gemachten Auseinandersetzungen sind wir in der Lage ein Bild zu entwerfen, wie die Absorptionserscheinungen im Boden wirken, in welcher Beziehung dieselben zur Pflanzenernährung stehen.

Die lösende Kraft des Wassers tritt gewissermaßen mit den im Boden zu Gunsten der Absorption sich geltend machenden Affinitäten in Kampf. Die in der Ackerkrume vorhandene Bodenlösung wird sich ihrer Concentration entsprechend mit den daselbst vorhandenen Affinitäten ausgleichen, ein Theil der absorbirbaren Stoffe wird zurückgehalten, das übrige filtrirt in Lösung durch tiefere Bodenschichten, wo nun abermals ein weiterer Ausgleich stattfindet u. s. f. Hat der Boden ein nicht zu geringes Absorptionsvermögen, so werden die gelösten Dungstoffe — soweit dieselben absorbirbar sind — in eine Tiefe von etwa 1 Meter mit Sicherheit nicht mehr gelangen, wie dies die zahlreichen Analysen von Drainwässern, welche absorbirbare Stoffe so gut wie nicht enthal-

---

1) Die Böden entstammen dem Rittergut Linden bei Wolfenbüttel und werden später ausführlicher characterisirt werden.

2) Daß Differenzen von 0,961 und 0,975 (anstatt des Verhältnisses 1:1) innerhalb der nicht zu vermeidenden Fehlergrenzen liegen wird später nachgewiesen werden.

ten, beweisen. Immerhin muß natürlich dem Absorptionsvermögen des Bodens bei der Düngung Rechnung getragen werden; der alte Fundamentalsatz, man solle einen Thonboden selten und stark, einen Sandboden häufig und schwach düngen, hat z. Th. in dem schwachen Absorptionsvermögen des Sandes, in dem in der Regel starken der Thonböden seine Begründung.

Ganz frei von absorbirbaren Stoffen wird natürlich die Bodenlösung nicht sein und zwar wird selbstredend der Regel nach die Lösung der höheren Bodenschichten die größte Menge derartiger Stoffe enthalten.

Gelangt nun durch Regengüsse eine größere Menge Wasser in den Boden, so wird wieder die Kraft des Lösungsmittels den vorhandenen Affinitäten gegenüber gestärkt werden, die Folge muß sein, daß von den absorbirten Stoffen wiederum ein Theil in Lösung geht; tritt umgekehrt in trockenen Perioden Wasserverdunstung ein, so verringert sich mit der Menge des Lösungsmittels natürlich auch dessen Wirksamkeit, es muß ein Theil der vorher gelösten Stoffe aufs Neue absorbirt werden.

Mit diesem Wechsel von Absorption und Lösung der Nährstoffe geht auch eine Dislocation derselben Hand in Hand, die sich beispielsweise auch in der capillaren Wasserleitung geltend macht: wenn in Folge von Verdunstung die oberen Bodenschichten wasserärmer werden, so findet schon dadurch in den betreffenden Schichten Absorption statt; jetzt steigt aber das Wasser, welches selbstredend nicht chemisch rein, sondern eine verdünnte Nährstofflösung ist, von unten nach oben und läßt bei weiterer Verdunstung Stoffe, welche es von tieferen Schichten aufwärts befördert in absorbirtem Zustande daselbst zurück. Durch Wasserzufuhr wird also hauptsächlich eine Dislocation der absorbirten Stoffe von oben nach unten, durch Verdunstung Dislocation im umgekehrten Sinne bewirkt. Aus dem Gesagten erhellt die innige Beziehung, in welcher die practische Wirkung der Absorptionserscheinungen zum Verhalten des betreffenden Bodens gegen Wasser steht.

Es geht aber aus diesen Betrachtungen weiter hervor, daß die Zusammensetzung der Bodenlösung keine constante ist, und daß der Gehalt der Drain- und Lysimeterwässer an Pflanzennährstoffen keineswegs geeignet erscheint einen Maßstab abzugeben für die Zusammensetzung der Bodenlösung.

Daß die Dislocation der Pflanzennährstoffe im Boden eine sehr allmähliche und in Folge dessen der Concentrationsgrad der Bodenlösung nur ein äußerst geringer sein kann, haben die Versuche von Nobbe, Henneberg, Stohmann u. A. gezeigt[1]), in denen den Versuchs-

1) Jahresbericht der Agriulturchemie. Jahrgang 1868—69, S. 241 ff.

pflanzen ein abwechselnd aus nährstoffreichen und nährstoffarmen Schichten bestehender Boden präparirt wurde. Jahrelange Beobachtungen führten zu dem Resultate, daß sich die größte Wurzelverbreitung in den von vornherein nährstoffreichsten Schichten dauernd vorfand, also ein annähernder Ausgleich im Verlaufe von mehreren Jahren nicht eingetreten war [1]).

Die Wechselwirkung der absorbirenden Thätigkeit des Bodens und der lösenden Kraft des Wassers machen sich aber noch in anderer Weise practisch geltend.

Daß die Pflanzenwurzeln mittels eigner vitaler Thätigkeit feste Stoffe löslich machen und so in sich aufnehmen können, dürfte wohl als zweifellos erwiesen betrachtet werden können, wenn freilich für das wie? eine genügende Erklärung bis jetzt noch nicht beigebracht worden ist. Man hat bekanntlich beobachtet, daß die Wandungen von Gefäßen, in denen Kulturen vorgenommen, sowie auch Marmorplatten von den Pflanzenwurzeln angegriffen worden sind; auch hat jeder Gelegenheit, sich zu überzeugen, daß nicht selten die Pflanzenwurzeln feste Gesteinsbrocken im Boden angreifen. Aber auch aus Lösungen vermögen die Pflanzenwurzeln ihre Nahrung zu entnehmen, wie dies die zahlreichen Wasserkulturversuche zur Genüge bewiesen haben. Allerdings — und das ist wichtig hervorzuheben — sind es nur äußerst verdünnte Lösungen, die den Pflanzenwurzeln geboten werden dürfen; überschritt man bei den Wasserkulturversuchen den geeigneten Concentrationsgrad auch nur um ein Minimum, so gingen die Pflanzen zu Grunde.

Aus diesen Beobachtungen dürfte wohl zu schließen sein, daß die Pflanzen die absorptiv gebundenen Nährstoffe in sich aufzunehmen im Stande sind, daß sie sich aber auch aus der Bodenlösung zu nähren vermögen. Es ergiebt sich jedoch ferner, daß die Bodenlösung nur eine äußerst verdünnte Lösung sein kann, und daß die Pflanzen augenblicklich zu Grunde gehen würden, sobald sich die Concentration derselben auch nur um ein Minimum zu hoch stellen würde. Die Regulirung der Concentration der Bodenlösung erfolgt eben durch die Wechselwirkung zwischen der lösenden Kraft des Wassers und der Absorptionskraft des Bodens; z. Th. dürften wohl nicht selten Mißernten auf einen mangelhaften Ausgleich dieser verschiedenen molekularen Kräfte zurückzuführen sein. Das in trockenen Jahren auf leichteren Böden nicht selten vorkommende sog. Verbrennen der Pflanzen dürfte z. B. wesentlich in

1) Der in Kultur stehende Ackerboden kann selbstredend längst nicht einen mit diesen nährstoffreichen Schichten auch nur annähernd vergleichbaren Nährstoffgehalt besitzen.

einer zu starken Concentration der Bodenlösung begründet sein, herbeigeführt durch starke Wasserverdunstung, welche die nur in geringen Mengen vorhandenen, die Absorption bewirkenden constituirenden Bodenbestandtheile zu compensiren nicht im Stande sind. Gleichen Ursachen sind die schädlichen Folgen der Düngung mit zu concentrirter Jauche zuzuschreiben.

Fassen wir schließlich die wichtigsten Resultate, welche sich aus den obigen Ausführungen für die Praxis des Pflanzenausbau's ergeben in kurzen Worten zusammen.

Die Absorptionserscheinungen machen ihre Wirkung auf die Pflanzenernährung nach verschiedener Richtung hin geltend:

1. Reserviren sie die Nährstoffe im Boden, indem dieselben in unlösliche oder richtiger gesagt in Wasser schwer lösliche Verbindungen überführen; und zwar nicht nur die dem Boden durch Düngung einverleibten Stoffe, sondern auch die durch Verwitterung freiwerdenden. Es sind ja, wie wir gesehen, die Absorptionserscheinungen als Phasen des Verwitterungsprocesses zu betrachten.

2. Reguliren dieselben die Concentration der Bodenlösung.

3. Ist die feine Vertheilung hervorzuheben, in welcher sich die durch die Absorptionsprocesse niedergeschlagenen Stoffe im Boden befinden, sodaß den Pflanzenwurzeln allerorts die betreffenden Stoffe zur Disposition stehen.

Gerade diesem letzterwähnten Umstande ist die günstige Wirkung der Superphosphate den nicht aufgeschlossenen Phosphaten gegenüber zuzuschreiben.

REESE LIBRARY OF THE UNIVERSITY OF CALIFORNIA

Die Methoden zur Bestimmung des Absorptionsvermögens und die Anwendbarkeit derselben für Bonitirungszwecke.

Von Biedermann[1]) und Knop[2]) ging die erste Anregung aus, die Bestimmung der Absorptionsgröße des Bodens (Ermittelung des Absorptionscoefficienten) für Bonitirungszwecke zu benutzen.

Ad. Mayer[3]) macht dagegen geltend, daß einer naturwissenschaftlichen Bonitirung die Aufgabe gestellt werden müsse, die gesammten Bodeneigenschaften, die bei der Pflanzenproduction in Betracht kommen entweder direct experimentell zu bestimmen oder deductiv aus experimentell bestimmten abzuleiten; daß es jedoch einseitig sei, die Ermittelung einer einzigen Bodeneigenschaft als Kriterium für den Kulturwerth hinzustellen. Er weist dann ferner auf unsere mangelhaften Kenntnisse bezüglich der wichtigen Bodeneigenschaften, sowie auf die Unzulänglichkeit unserer Untersuchungsmethoden, namentlich der chemischen Bodenanalyse hin und tritt überhaupt der naturwissenschaftlichen Bonitirung für specielle Zwecke sehr skeptisch gegenüber.

Im Großen und Ganzen stehe ich mit Ad. Mayer auf dem gleichen Standpunkte, wie dies nicht nur aus der vorliegenden, sondern bereits aus meiner früheren Arbeit über Bodenuntersuchung hervorgeht; nur theile ich seine skeptischen Anschauungen nicht.

Gerade weil unsere Bodenuntersuchungs- und Bonitirungsmethoden höchst schwieriger Natur und (z. Th. deswegen) noch längst nicht genügend entwickelt sind, dürfen wir nicht müde werden, dieselben nach Möglichkeit weiter auszuarbeiten.

Wie bereits an anderer Stelle betont, sind es die einzelnen in den verschiedenen Böden in verschiedenen Mengen vorhandenen constituirenden Bodenbestandtheile, welche sich bezüglich ihrer Eigenschaften verschieden verhalten. Der Bodenuntersuchung fällt somit die Aufgabe zu, die

1) Die landwirthschaftlichen Versuchsstationen Bd. 11.

2) Die Bonitirung der Ackererde.

3) Lehrbuch der Agriculturchemie. 2. Auflage. II, S. 111 und 112.

Eigenschaften dieser Constituenten immer detaillirter experimentell zu studiren und Abscheidungsmethoden derselben aus dem Boden weiter auszuarbeiten, um auf die Weise eben deductiv Auskunft über die Eigenschaften des Bodens zu erhalten. Außerdem müssen wir aber auch bestrebt sein, so weit dies möglich ist, die wichtigen Bodeneigenschaften direct experimentell zu ermitteln; eine zweckentsprechende, möglichst gemeinsame Anwendung der directen und indirecten, der inductiven und deductiven Methode, wird selbstredend unsere Kenntnisse in weit höherem Maße erweitern als ein einseitiges Vorgehen, auf welches wir leider nur zu oft beschränkt sind.

Bei der ungemeinen Wichtigkeit, welche dem Absorptionsvermögen des Bodens in verschiedenen im vorigen Abschnitt erläuterten Beziehungen, von welchen hier nochmals der Einfluß desselben auf die Ausnutzung des Düngers hervorgehoben werden mag, zukommt, dürfte es wohl kaum als hindernder Grund angesehen werden, durch weitere Entwickelung der Methode die Verwerthung der Bestimmung des Absorptionscoefficienten für specielle Bonitirungszwecke anzustreben, daß wir bezüglich anderer wichtiger Bodeneigenschaften z. B. dem Verhalten gegen Wasser und Wärme ꝛc. noch auf die indirecte (deductive) Methode ausschließlich angewiesen sind. Ein derartiges Vorgehen verspricht ja nicht nur werthvolle Resultate für die specielle Bonitirung, sondern es muß zu einem tieferen Verständniß der Ursachen und Wirkungen der Absorptionserscheinungen führen.

Wenden wir uns jetzt zur Prüfung der vorliegenden Bestimmungsmethoden der Absorptionsgröße — für welche Knop die Bezeichnung Absorptionscoefficient eingeführt hat, die ich auch beibehalte —, so ist zunächst die Knop'sche Methode zu besprechen. Knop[1]) vermischt 50 oder 100 Grm. Feinerde mit 5 resp. 10 Grm. Kreidepulver und bringt dieselbe im Kolben mit dem doppelten Gewichte (100 resp. 200 Cc.) einer Salmiaklösung zusammen, welche genau die Concentration besitzt, daß das Ammoniak bei seiner Zersetzung für jedes Cc. Flüssigkeit 1 Cc. Normalvolumen Stickstoff liefert[2]). Man läßt nun die Erde mit der Flüssigkeit unter wiederholtem Umschütteln im geschlossenen Kolben in Berührung, filtrirt durch ein trockenes Filter ab, bestimmt in einer abgemessenen Menge des Filtrats den Stickstoff und berechnet daraus den Verlust, welchen die ganze Flüssigkeitsmenge bei Berührung mit der

1) Die Bonitirung der Ackererde.

2) Die Lösung wird dargestellt indem man in 208 Cc. Wasser 1 Grm. Salmiak (= 0,2616 Grm. N, welche bei 0° und 760 Mm. Luftdruck 208 Cc. einnehmen) auflöst.

Erde erlitten. Diesen Verlust, in Normalvolumen Stickstoff angegeben, nennt Knop den Absorptionscoefficienten des Bodens.

Knop begnügt sich damit, für Bonitirungszwecke den Absorptionscoefficienten des Bodens für Ammoniak zu ermitteln. Die vorangeschickten theoretischen Betrachtungen lassen freilich schließen, daß sich das Kali bezüglich seiner Absorbirbarkeit analog dem Ammoniak verhält, daß sich jedoch eine einigermaßen constante Parallele zwischen Basen- und Phosphorsäureabsorption nicht voraussetzen läßt. Daß diese Voraussetzungen factisch zutreffen, soll weiter unten durch Belegmaterial bewiesen werden; es ist demnach aus diesem Grunde die von Knop vorgeschlagene Methode von Einseitigkeit nicht freizusprechen.

Bezüglich der speciellen Ausführung der Absorptionsversuche sei noch bemerkt, daß das von Knop und seinen Schülern in Anwendung gebrachte Verfahren, den zu prüfenden Boden mit der doppelten (resp. dreifachen ꝛc.) Menge Lösung im Kolben zu schütteln bereits alt ist; schon Henneberg und Stohmann haben in der Weise gearbeitet. Originell ist das Operiren mit einer präciser characterisirten Feinerde als dies früher geschehen, sowie der Kreidezusatz.

Pillitz, welcher in seinen bereits angezogenen Studien über Bodenabsorption[1]) die Knop'sche Methode kritisch prüfte, spricht die Ansicht aus, Knop habe den Kreidezusatz gegeben, um für die durch die Absorption des Ammoniak frei werdende Salzsäure ein chemisches Bindemittel auch in kalkarmen Böden zu schaffen. Der Grund ist wohl nicht stichhaltig; es ist der Theorie der Absorptionsprocesse entsprechend wohl anzunehmen, daß auch den Aequivalentverhältnissen, in denen das Ammoniak gebunden wird, entsprechende Mengen von Basen zur Bindung der freiwerdenden Salzsäure zur Disposition stehen; sollte aber wirklich durch Zusatz von kohlensaurem Kalk die sonst sich geltend machende lösende Wirkung der freiwerdenden Salzsäure beseitigt werden, so würde das Resultat dem Absorptionscoefficienten des natürlichen Bodens nicht entsprechen. Meiner Ansicht nach wird sich die Wirkung des Kreidezusatzes vielmehr in der Weise äußern, daß sich während der Berührungszeit — besonders wenn man dieselben auf 48 Stunden ausdehnt — ein Theil des Salmiak durch Umsetzung mit kohlensaurem Kalk in kohlensaures Ammon umwandelt; man bringt also dadurch außer dem Salmiak auch noch Ammoniumkarbonat mit dem Boden in Berührung. Eine Verschiebung der natürlichen Verhältnisse wird aber durch Kreidezusatz immer herbeigeführt, auch wenn man die Wirkung von diesem Gesichtspunkte aus betrachtet; außerdem spricht gegen den Zusatz,

1) Fresenius, Zeitschrift für analytische Chemie Bd. 14, S. 55 ff. u. 282 ff.

daß für die Menge des sich bildenden Ammoniumkarbonates, die ja von der Menge des Kreidezusatzes, von der Quantität und Concentration der angewandten Lösung, sowie auch von der Temperatur und der Berührungszeit abhängig sein muß, eine constante Größe nicht gefunden ist, und bei dem wechselnden Gehalt der Böden an kohlensaurem Kalk auch wohl nicht gefunden werden kann.

Die Pillitz'schen Versuche haben übrigens ergeben, daß ein Kreidezusatz von 10 %, wie ihn Knop anwendet, bezüglich der Absorption der Basen das Resultat nicht wesentlich beeinflußt, obgleich beide Basen, Kali wie Ammoniak in geringen Mengen von der Kreide absorbirt werden; jedoch empfiehlt Pillitz, da wo es auf genaue Resultate ankäme, den Kreidezusatz fortzulassen. Anders verhält es sich mit der Phosphorsäure, welche in ganz erheblichen Mengen von der Kreide absorbirt wird, hier führt der Kreidezusatz zu groben Fehlern.

Pillitz prüfte die Knop'sche Absorptionsmethode nach verschiedenen Richtungen. Er fand, daß aus einer Salmiaklösung die gleichen Mengen Ammoniak absorbirt werden als aus einer procentisch die gleiche Ammoniakmenge enthaltenden Lösung von salpetersaurem Ammon; ferner constatirte er, daß sowohl die Berührungszeit als auch das häufigere oder weniger häufige Umschütteln der Lösung mit dem Boden keinen wesentlichen Einfluß auf das Resultat ausübt. Dagegen zeigten sich beim Salmiak sowohl wie beim salpetersauren Ammon erhebliche Differenzen als höhere Temperaturen in Anwendung gebracht wurden. Da die Temperaturen, die in Anwendung kamen, recht hohe waren — Pillitz digerirte wechselnd 1/4 Stunde bis 1 Stunde theils bei 50° C., theils bei 100° C. —, so sind die Differenzen auch wohl zu erwarten. Pillitz schiebt dieselben auf Verdunstung von freiwerdenden Ammoniak, eine Erscheinung, die ja beobachtet werden kann, wenn man kohlensauren Kalk und Salmiak zusammen kocht. Ich halte es überhaupt für fehlerhaft, derartig hohe Temperaturen bei Absorptionsversuchen anzuwenden. Die Absorptionsprocesse gehen in der Natur bei Einwirkung äußerst verdünnter Lösungen bei niederer Temperatur vor sich; es ist schon als ein Uebelstand anzusehen, daß wir mit verhältnißmäßig concentrirten Lösungen arbeiten müssen, um die Absorptionserscheinungen zu studiren; wenden wir jedoch außerdem hohe Temperaturen an, so gelangen wir zu Resultaten, welche mit denen der natürlichen Absorptionsprocesse in keiner Weise zu vergleichen sind.

Pillitz beobachtete auch, daß bei Absorptionsversuchen mit Salmiak bei gewöhnlicher Temperatur geringe Menge von kohlensaurem Ammon entweichen; jedoch können dies nur Spuren sein, denn er sagt selbst, daß er dieses Ammon nie durch den Geruch habe wahrnehmen können

— ich kann von meinen Absorptionsversuchen das Gleiche sagen —; das einzige Zeichen von Ammoniakverdunstung war eine schwache Bräunung, die sich an einem in den Kolben hineingehängten Streifen Curcumapapier zeigte[1]). Dafür, daß diese Spuren entweichenden Ammoniumkarbonates das Resultat nicht tangiren, liefert die Uebereinstimmung der aus den bei Zimmertemperatur angestellten Versuchen hervorgegangenen Zahlen einen hinreichenden Beweis. Pillitz versuchte jedoch auch diesen minutiösen Fehler noch in der Weise zu reduciren, daß die Berührungsfläche zwischen Boden und darüber stehender Lösung möglichst verkleinerte, um so dem sich im Boden bildenden kohlensauren Ammon möglichst Gelegenheit zur Absorption zu geben, also das Entweichen zu verhindern. Er construirte zu dem Zwecke folgenden Apparat, den er als Verdrängungsapparat bezeichnet: ein Glasrohr von 1 Meter Länge und 1,5 Cm. Lumen wurde in ein Stativ eingeschraubt; dasselbe war unten mit einem durchbohrten Kork verschlossen, in welchem ein durchschnittenes kleines Abflußrohr mit Schlauchverbindung eingelassen war, so daß das Rohr mittels eines Quetschhahnes beliebig geschlossen und geöffnet werden konnte. Das Glasröhrchen mündete an seinem unteren Ende in eine Vorlage. In das 1 Meter lange Verdrängungsrohr wurde der Boden eingefüllt — zwischen dem durchbohrten Stopfen und dem Boden wurde eine Schicht Baumwolle eingeschaltet, um das Hinabrutschen des Bodens in das Abflußrohr zu verhindern —, die titrirte Absorptionslösung oben aufgegeben, nachdem dieselbe den Boden durchtränkt längere Zeit mit ihm Berührung gelassen und dann in die Vorlage durch Oeffnen des Quetschhahnes abfiltrirt, eine Operation, welche nach Pillitz's Angabe 2—8 Tage Zeit in Anspruch nimmt.

Pillitz gelangte auf diese Weise zu Resultaten, welche wie wir bereits an früherer Stelle gesehen für das theoretische Verständniß der Absorptionserscheinungen nicht unwesentlich sind.

Während die früheren Versuche zu dem Ergebniß geführt hatten, daß — wie bereits ausgeführt — mit den Concentration, sowie mit der Vervielfachung der Lösung die Absorptionsgröße steige; freilich nicht in einem proportionalen Verhältnisse, daß dagegen auch die schwächste Lösung nie ganz von dem absorbirbaren Stoffe erschöpft werden könne, beobachtete Pillitz bei vergleichenden Versuchen mit je 50 und 100 Grm. des gleichen Bodens und je 100 Cc. Salmiaklösung gleicher Concentration[2]), daß während in der durch 50 Grm. hindurch filtrirten

1) Daß Spuren von Ammoniumkarbonat sich entwickeln können ist erklärlich, benso daß Spuren davon in Gasform entweichen, doch dürften diese Spuren nicht quantitativ bestimmbar also für das Resultat irrelevant sein.

2) Die Lösung hatte die von Knop vorgeschriebene Seite 21 Anmerkung angegebene Concentration.

Lösung noch über $^4/_{10}$ des ursprünglichen Stickstoffgehaltes constatirt werden konnte, die durch 100 Grm. Boden hindurch filtrirte Lösung gänzlich stickstofffrei war. Pillitz gab nun von Neuem je 100 Cc. Lösung auf die einzelnen Bodenschichten auf; 100 Grm. absorbirten noch beinahe $^4/_{10}$ des ursprünglichen Stickstoffgehaltes, während von den 50 Grm. nur noch geringe Stickstoffmengen „scheinbar“ [1]) absorbirt wurden; bei einem dritten Aufguß endlich fand sich in der durch 50 Grm. Boden filtrirten Lösung der gesammte ursprüngliche Stickstoffgehalt, während die 100 Grm. noch geringe Mengen Stickstoff scheinbar absorbirten.

Pillitz schließt aus den Versuchen, daß einer Lösung der absorbirbare Stoff gänzlich entzogen werden kann und daß es einen Aussättigungspunkt bezüglich des Absorptionsvermögens eines jeden Bodens giebt, welcher natürlich für jeden einzelnen Boden ein verschiedener ist, und für den vorliegenden Versuchsboden 113,5 Cc. N Normalvolumen auf 100 Grm. Boden beträgt. Er folgert drittens, daß die Absorptionsgröße der Bodenmenge proportional steige.

Mit der sogen. „scheinbaren“ Absorption hat es folgende Bewandniß: die aufgegossene Lösung wird natürlich nicht vollständig ihrer Menge nach im Filtrat gewonnen, sondern es bleibt ein der Capillarität des Bodens entsprechender Theil von Flüssigkeit in der Bodenschicht zurück. Diese Flüssigkeit hat nun nach Pillitz's Untersuchungen die Concentration der durchfließenden, nicht die der aufgegebenen Lösung; es muß daher bei einem neuen Aufguß, wenn das Absorptionsvermögen des Bodens bereits gesättigt ist, also weitere Absorption nicht mehr stattfindet, doch die durchfiltrirte Lösung der Menge und Concentration der zurückgebliebenen Flüssigkeit entsprechend verdünnt werden, so daß sich noch ein Deficit im Filtrat, eine „scheinbare“ Absorption ergiebt, welches erst durch einen wiederholten Aufguß ausgeglichen wird. Pillitz wies nach, daß dieses als „scheinbare“ Absorption bezeichnete Deficit der Verdünnung der Lösung durch die zurückgebliebene Flüssigkeit genau entsprach.

Pillitz untersuchte schließlich, wieweit durch Steigerung der Concentration der Lösung die Absorptionsgröße gesteigert werden könnte und fand, daß für seinen Versuchsboden diese Steigerungsgrenze bei einer Concentration der Lösung auf einen Gehalt von 7% Salmiak erreicht war.

Außerdem prüfte Pillitz das Absorptionsvermögen des Bodens für Kali und Phosphorsäure und kam zu den interessanten Resultaten, daß auch bezüglich der Absorption dieser beiden Stoffe ein Aussätti-

1) Der Ausdruck „scheinbar“ wird gleich erläutert werden.

gungspunkt existire, und zwar werden — sobald man diese Maximalabsorptionsgröße bestimmt — dem absorbirten Ammoniak äquivalente Mengen an Kali absorbirt, während sich Beziehungen hinsichtlich der Absorptionsgröße der Basen und der Phosphorsäure nicht erkennen lassen. Endlich stellte Pillitz fest, daß der Boden, dessen Absorptionsgröße für Ammoniak gesättigt war, Kali nicht mehr zu absorbiren vermochte, während das Absorptionsvermögen für Phosphorsäure durch die voraufgegangene Aussättigung mit Ammoniak nicht beeinträchtigt war.

Etwa gleichzeitig mit den Versuchen von Pillitz sind Absorptionsversuche von Zalomanoff[1]) angestellt worden, welche die Filtrirmethode mit der älteren Methode (Schütteln im Kolben) vergleichen. Zalomanoff filtrirte jedoch nicht die gesammte angewandte Lösungsmenge durch die Versuchsböden, sondern nur einen Theil derselben (von 200 Cc. Lösung einmal 80, bei den übrigen Versuchen 100 Cc.) und bestimmte den Phosphorsäuregehalt — er arbeitete nur mit phosphorsauren Salzen — in dem Filtrat sowie in der aufgegossenen, noch nicht filtrirten Flüssigkeit. Er operirte mit Granitpulver, mit Marmorpulver, mit Lößlehm und Lößmergel, beide letztgenannten aus der Gutenberger Bucht bei Halle entnommen, und es ergab sich ein Resultat, welches zweifellos mit dem Verhalten der Versuchsböden gegen Wasser in Zusammenhang steht. Während selbredend in den sämmtlichen Filtraten weniger Phosphorsäure gefunden wurde als in der ursprünglichen Lösung, zeigte der nicht durch den Boden filtrirte also überstehende Theil der aufgegossenen Lösung eine Zunahme der Concentration bezüglich des Phosphorsäuregehaltes bei den Versuchen mit Granitpulver, Lößlehm und Lößmergel, während beim Marmorpulver die überstehende Flüssigkeit ihre ursprüngliche Concentration behalten hatte; es traten also in Böden mit namhafter Wassercapacität die für die Absorption der Phosphorsäure maßgebenden chemischen Affinitäten hinsichtlich ihrer Wirkung zurück vor der mechanischen Anziehung, die sich sowohl zwischen Wasser und Boden als auch zwischen Wasser und den gelösten Stoffen geltend machte. Es dürfte dies Resultat als ein erläuterndes Beispiel dienen, wie bei den Absorptionserscheinungen, die im Boden vorhandenen chemischen Affinitäten und die mechanische Anziehung der Wassermoleküle mit einander in Wechselwirkung treten.

Zalomanoff fand nicht, daß eine constante Beziehung zwischen den Resultaten der Kolbenversuche und der Filtrirversuche bei verschiedenen Böden stattfand; während von Granit- und Marmorpulver bei

1) Kühn, Berichte aus dem physiologischen Laboratorium und der Versuchsanstalt des landwirthschaftl. Instituts der Universität Halle. II. Heft. Dresden 1880.

Anwendung der Filtrirmethode eine größere Menge Phosphorsäure absorbirt wurde als bei der Kolbenmethode, wurde für die Lößvorkommen das umgekehrte Resultat gefunden. Bei den Filtrirversuchen mit den Lößböden bildete sich in dem ursprünglich klaren Filtrat später ein nicht unerheblicher Niederschlag, aus Kalk, Magnesia und Phosphorsäure bestehend, welchen Zalomanoff in Salzsäure löste und die in demselben gefundene Phosphorsäure als nicht absorbirt betrachtete. Hierdurch ist es erklärlich, daß bei den Lößvorkommen, durch die Filtrirversuche eine geringere Absorptionsgröße erzielt wurde als durch die Kolbenversuche; denn es ist wohl anzunehmen, daß durch das Schütteln des Bodens mit der Lösung im Kolben der Niederschlag bereits abgeschieden und demnach als absorbirte Phosphorsäure betrachtet ist. Diesen Umstand führt Zalomanoff hauptsächlich zur Bekämpfung der Kolbenmethode in's Feld.

Um aber richtig würdigen zu können, inwieweit die Kolbenmethode durch das von Zalomanoff gefundene Resultat zu verurtheilen ist, müssen wir uns Folgendes vergegenwärtigen: Nicht ein einzelner bestimmter im Boden verlaufender Proceß ist es, welcher den Absorptionserscheinungen eines Stoffes zu Grunde liegt, sondern es sind eine Reihe von Processen, durch welche schwer lösliche Verbindungen im Boden gebildet werden, und es ist von vornherein nicht anzunehmen, daß die bei der Phosphorsäureabsorption entstehenden phosphorsauren Salze bezüglich ihrer Löslichkeit gleichwerthig sind. Wenn daher Salze einen so geringen Grad von Löslichkeit besitzen, daß dieselben sich schon bei mäßigem Schütteln aus der Lösung niederschlagen, so ist wohl erklärlich, daß dieselben beim Filtriren durch eine wenige Centimeter starke Bodenschicht in Lösung bleiben, es ist aber anzunehmen, daß sie sich beim Filtriren durch eine mächtigere Schicht abscheiden. Es geht ja, wie bereits betont, die Absorption nicht nur in einer flachen oberen Bodenschicht, sondern durch die ganze Schichtung hindurch vor sich; Salze, welche, nachdem sie allerdings durch einige Centimeter Boden filtrirt sind, sich schon nach wenigen Stunden aus einer klaren Lösung im Glase abscheiden, werden aber sicher von einer mächtigeren Bodenschicht bereits so nahe der Oberfläche zurückgehalten, daß sie den Pflanzenwurzeln noch genügend zur Disposition stehen; es dürfte demnach mindestens nicht zweifellos richtig sein, derartig schwer lösliche Salze einfach als nicht absorbirt zu betrachten.

Die Resultate der Zalomanoff'schen Versuche wurden außerdem noch dadurch beeinflußt, daß er dem Phosphat, mit welchem er operirte (phosphorsaures Natron) schwefelsaures Ammon, bei dem Versuche mit Lößmergel, bei welchem eben im Filtrat der relativ große Niederschlag entstand, Salmiak zusetzte. Aus welchen Gründen dieser Zusatz gegeben

wurde, ist mir nicht erklärlich, wohl aber die Wirkung desselben; denn wenn man die Löslichkeit der Magnesia in Salmiak bedenkt, so kann es nicht befremden, daß in dem an Magnesia reichen Lößmergel [1]) die Absorption durch den Salmiakzusatz beeinträchtigt wurde.

Treten wir jetzt an die Frage heran, in welcher Weise die erlangten Kenntnisse über die Absorptionserscheinungen für practische Bonitirungszwecke zu verwerthen und weiter zu entwickeln sind. Von den durch den Boden absorbirbaren Pflanzennährstoffen sind es die Absorptionsgrößen für Ammoniakstickstoff, Kali und Phosphorsäure, welche zu ermitteln für uns von Interesse sind. Da sich nun, wie wir gesehen, die Basen bezüglich ihrer Absorbirbarkeit vollkommen analog verhalten, sogar wie es scheint in gleichen Aequivalentverhältnissen absorbirt werden, so können wir uns betreffs der Ermittelung des Absorptionscoefficienten des Bodens für Basen auf die Bestimmung der Absorptionsfähigkeit für Ammoniak beschränken, welche ihrer schnelleren und bequemeren Ausführbarkeit wegen der Bestimmung der Kaliabsorption vorzuziehen ist; die Bestimmung des Absorptionscoefficienten für Phosphorsäure muß natürlich außerdem noch vorgenommen werden.

Pillitz so wie auch Zalomanoff verwerfen wie bereits erwähnt die alte Methode (Schütteln des Bodens mit der Lösung im Kolben) und wünschen die Filtrirmethode einzuführen, theils weil den natürlichen Verhältnissen durch dieselbe besser Rechnung getragen würde [2]), theils weil dieselbe übereinstimmendere Resultate liefere.

Der experimentelle Theil der Zalomanoff'schen Arbeit berechtigt den Autor keineswegs zu dem ersten der Schlußsätze, in welche er seine Resultate zusammenfaßt: „die allgemein übliche Methode (durch Schütteln mit dem Kolben) der Bestimmung der Absorptionskraft ist falsch". Zalomanoff hat nur einen Theil der aufgegossenen Absorptionslösung abfiltrirt; und zwar einmal bei dem Versuche mit Granitpulver 80 Cc. die übrigen Male je 100 Cc. Es können aber selbstredend die Versuche nur vergleichbar sein, wenn entweder vollständige Gleichheit bezüglich der Concentration der Lösung sowie der Menge der aufgegebenen und **durchfiltrirten** Flüssigkeit beobachtet, oder — wie Pillitz verfuhr — das Maximum der Absorptionsgröße bestimmt wird. Die durch die ungleiche Filtratmengen herbeigeführten Mißstände treten beson-

1) Derselbe enthielt 5,53 % in HCl lösliche CaO und 7,53 % in HCl lösliche MgO.

2) In diesen Satz möchte ich die Zolamanoff'schen Auseinandersetzungen zu Gunsten der Filtrirmethode zusammenfassen.

ders dadurch hervor, daß die überstehende Flüssigkeit in Folge von Wasserabgabe an den Boden an Concentration zunahm.

Zalomanoff hat bei seinen Versuchen ein constantes Verhältniß zwischen Boden und Lösungsmenge nicht eingehalten, auch ist die Concentration der Lösung bei den einzelnen Versuchen fast stets eine verschiedene. Nur zwei Versuche, und zwar die Versuche mit Marmor und Lößmergel nach der Filtrirmethode sind wiederholt, und von diesen sind nur die Versuche mit Marmorpulver vergleichbar, weil in jedem der beiden Versuche mit Lößmergel die Concentration der Lösung eine verschiedene ist. Die beiden Versuche mit Marmorpulver stimmen einigermaßen, keineswegs übermäßig genau überein[1]); übrigens sind die Versuche nur in beschränktem Maße vergleichbar, und soweit dieselben vergleichbar sind, haben sie ein constantes Resultat nicht ergeben; für das Granit- und Marmorpulver ist bei Anwendung der Filtrirmethode, für die Lößvorkommen bei Anwendung der Kolbenmethode eine höhere Absorptionsgröße gefunden. In der Arbeit sind entschieden richtige Gedanken ausgesprochen, jedoch ist der experimentelle Theil nicht genügend durchgeführt, um zu den vom Autor gezogenen Schlußfolgerungen zu berechtigen.

Anders verhält es sich mit der Pillitz'schen Arbeit, deren experimentelle Resultate auch zu den gezogenen Schlüssen berechtigen, wenn auch die von ihm gemachten Vorschläge zur Bestimmung der Absorptionsgrößen für Bonitirungszwecke erst einer gründlicheren Prüfung bedürfen, die ich mir für eine spätere Arbeit vorbehalte.

Auch Pillitz verwirft das alte Verfahren (Schütteln im Kolben) und möchte die Filtrirmethode allgemein eingeführt wissen. Er spricht allerdings aus, daß auch die Filtrirmethode nur vollkommen zuverlässig sei, wenn man den Aussättigungspunkt des Absorptionsvermögens der in Frage stehenden Böden bestimmt, weil erst dann, wenn die die Absorption bewirkenden Affinitäten des Bodens vollständig ausgeglichen sind, die im Boden und Glasrohr zurückbleibende Flüssigkeit die Concentration der aufgegossenen Lösung besitzt, dieselbe sich jedoch andern Falls wahrscheinlich bezüglich der Concentration dem Filtrat nähert, ohne daß sich absolute Congruenz beweisen ließe. Pillitz arbeitete daher mit stark concentrirten Lösungen; er fand, daß zur Aussättigung seines Versuchsbodens bezüglich der Stickstoffabsorption eine 7%ge Salmiaklösung er-

1) 100 Grm. Marmorpulver absorbirten aus 200 Cc. Lösung, welche 1,912 Grm. P_2O_5 enthielt, im ersten Versuche 79 Milligr. P_2O_5, im zweiten 71 Milligr. P_2O_5. Ich habe durch die alte Methode besser übereinstimmende Resultate erzielt.

forderlich war, aus welcher der Boden etwas über 1% Salmiak[1]) absorbirte.

Um die Absorptionsgröße für Kali und Phosphorsäure zu bestimmen, stellte sich Pillitz eine neutrale Lösung von Kali in Phosphorsäure dar. Nachdem er bei Anwendung von verdünnteren Lösungen nicht zu befriedigenden Resultaten gelangt war, wandte er eine stark concentrirte Lösung an, welche 7 % P_2O_5 und 6,44 % K_2O enthielt; die Absorptionsgröße war = 2,5 % P_2O_5 und 0,9 % K_2O[2]); durch Erhöhung der Concentration auf einen Gehalt von 15,579 % P_2O_5 und 14,319 % K_2O wurde die Absorptionsgröße nicht gesteigert. Man sieht hieraus, daß es doch seine Schwierigkeiten haben kann, das Minimum der Concentration zu treffen, bei welchem das Maximum der Absorption erreicht wird.

Wenn nun auch der Bestimmung der Absorptionsausfättigung, der maximalen Absorptionsgröße, wie sie von Pillitz vorgeschlagen ist, keineswegs aller Werth für Bonitirungszwecke von vornherein abzusprechen ist, so muß doch als ein Mißstand derselben hervorgehoben werden, daß bei derselben ungemein concentrirte Lösungen zur Verwendung kommen, während im Boden selbst nur äußerst verdünnte Lösungen circuliren. Lösungen höherer Concentration, als wir sie im Boden anzunehmen berechtigt sind, werden wir stets anwenden müssen, da wir sonst außer Stande sind, Resultate zu erzielen, wohl aber dürfte es sich empfehlen, die Lösungen so verdünnt zu wählen, als es unsere Beobachtungsgabe gestattet.

Gewöhnlich hat man $^1/_{10}$atomige Lösungen[3]) angewendet, zuweilen noch verdünntere. Eine $^1/_{10}$atomige Salmiaklösung enthält pro Liter 5,35 Grm. NH_4Cl (= 1,4 Grm. N), Knop giebt sogar pro Liter nur 4,8 NH_4Cl (= 1,256 N); dagegen enthielt die Pillitz'sche Lösung 70 Grm. NH_4Cl pro Liter. Ich habe eine Phosphatlösung von 1,4 P_2O_2 pro Liter zu meinen Absorptionsversuchen in Anwendung gebracht, während Pillitz mit einer Lösung, welche 70 Grm. P_2O_5 pro Liter enthielt, operirte, und verdünntere Lösungen bei seiner Methode zu keinem Resultate führten. Die alte Methode dürfte demnach für Bonitirungszwecke ihren Werth behalten, vorausgesetzt, daß dieselbe gleichmäßige Resultate liefert.

---

1) 50 Grm. Boden absorbirten 0,523 %. Richtiger wäre es wohl gewesen für die Absorptionsgröße die berechnete Zahl für N oder NH_3 anzugeben, da NH_4Cl als solches nicht absorbirt wird.

2) 0,9 K_2O ist äquivalent der in 1,0 Salmiak enthaltenen N-menge.

3) Lösungen, welche pro Liter 0,1 altes Atom in Grm. des betreffenden Salzes enthielten.

Von mir sind einige Reihen Absorptionsversuche nach der alten Methode (Schütteln des Bodens mit der Lösung im Kolben) ausgeführt. Es sollten zunächst Constituentengruppen, wie sie durch die mechanische Trennung von Böden mit dem Schoene'schen Schlämmapparate gewonnen werden, auf ihr Absorptionsvermögen geprüpft werden, um festzustellen, in wieweit das Ergebniß der mechanischen Analyse zu Schlußfolgerungen bezüglich des Absorptionsvermögens berechtigt; zugleich wurde eine größere Anzahl Versuche doppelt ausgeführt und zwar die Parallelversuche nicht zugleich, sondern an verschiedenen Tagen, so daß, da die Versuche bei Zimmertemperatur ausgeführt wurden, die Temperaturschwankungen für je zwei Controllversuche nicht ganz gleichmäßig waren. Erzielt man auf diese Weise übereinstimmende Resultate, so wird man zu den Schlüssen berechtigt sein, daß

1) das verwendete Material gleichmäßig ist;

2) geringe Temperaturschwankungen das Resultat nicht beeinflussen;

3) die Methode constante Resultate liefert.

Es sollte die Absorptionsgröße für Basen und Säuren ermittelt werden. Zur Prüfung des Absorptionsvermögens für Basen wurde eine Salmiaklösung verwendet, welche $^1/_{10}$ Atom des Salzes pro Liter (5,35 Grm. Salmiak = 1,4 Grm. N) enthielt. Zur Bestimmung des Absorptionscoefficienten für Phosphorsäure schien es mir besonders zweckentsprechend Monocalciumphosphat, sauren phosphorsauren Kalk ($CaH_4[PO_4]_2 + H_2O$) zu verwenden, da ja dieses lösliche Phosphorsalz in unseren Superphosphaten dem Acker zugeführt wird.

Das Salz ist nicht in dem Maße löslich als die bisher zu Absorptionsversuchen benutzten phosphorsauren Salze (phosphorsaures Natron, phosphorsaures Kali, phosphorsaures Ammon). Erlenmeyer[1]) spricht sich dahin aus, daß ein Gewichtstheil dieses Salzes mindestens 700 Gewichtstheile Wasser erfordere, um ohne Zersetzung in Lösung zu gehen; dagegen hat Wattenberg[2]) constatirt, daß das Salz bei wei-

---

1) Berichte der deutschen chemischen Gesellschaft, Jahrgang 9, S. 1839 ff.

2) Journal für Landwirthschaft 1879, S. 36. — Die Darstellung des Salzes geschah folgendermaßen: Eine Lösung von phosphorsaurem Natron wurde mit Essigsäure versetzt, darauf mit einer Chlorcalciumlösung ausgefällt, und der Niederschlag so lange durch Decantiren mit Wasser ausgewaschen, bis sich eine Chlorreaction nicht mehr zeigte. Der frische Niederschlag wurde in kalter officineller Phosphorsäure bis zu deren Sättigung gelöst. Nach dem Filtriren krystallisirte das Monocalciumphosphat, nachdem die Lösung im geheizten Zimmer in Krystallisirschalen 2—3 Wochen gestanden hatte, aus. Die Mutterlauge wurde zunächst durch Pressen zwischen Fließpapier entfernt, das Salz über Schwefelsäure getrocknet und die letzten Reste anhaftender freier Phosphorsäure durch Auswaschen mit wasserfreiem Aether auf dem Schei-

tem löslicher ist, daß wenigstens, wenn man 1 Gewichtstheil Salz in 144 Gewichtstheilen Wasser löst, die Zersetzung eine so geringe ist, daß die Nichtberücksichtigung des schwachen, sich abscheidenden Niederschlages das analytische Resultat nicht beeinträchtigt.

Jedenfalls war es geboten, mit einer möglichst verdünnten Lösung dieses Salzes zu operiren; denn es ist klar, daß eine gesättigte Lösung, eine Lösung, in welcher die Anziehungskraft der Wassermoleküle auf den gelösten Stoff eine relativ geringe ist, zu Absorptionsversuchen nicht geeignet sein kann. Ich stellte daher eine Lösung dar, welche 0,01 Molekul des Salzes im Liter enthielt (= 2,5 Grm. $CaH_4[PO_4]_2H_2O$ entsprechend 1,4 P_2O_5). Das Salz löste sich leicht in diesem Verhältniß zum Wasser, die Lösung blieb auch klar bis gegen Ende der Versuche, wo sich einige Schimmelflocken in der Flüssigkeit bildeten; doch zeigte auch noch nach Beendigung der Versuche die Lösung den früher constatirten Gehalt an P_2O_5 [1]).

Mit diesen Lösungen wurden die Absorptionsgrößen der bei 0,2 Mm. Geschwindigkeit mit dem Schoene'schen Apparate abgetrennten feinsten Theile (0,01 Mm. Korngröße und darunter), sowie der bei 2 Mm. Geschwindigkeit gewonnenen Staube (0,05—0,01 Mm. Korngröße) bestimmt. Da die feinsten Theile eine hohe Wassercapacität besitzen, so erwies sich das Verhältniß von 1 Boden zu 2 Lösung als nicht genügend, um die zur Analyse erforderliche Menge an Filtrat zu erhalten; ich wählte deswegen das Verhältniß von Boden zu Lösung wie 1:4 und brachte 25 Grm. lufttrocknes Schlämmproduct mit 100 Cc. Lösung in Berührung [2]). Die Berührungsdauer betrug bei jedem Versuche 24 Stunden; ein Zusatz von Kreidepulver wurde nicht gegeben. Die Bodenvorkommen, deren Schlämmproducte hier auf ihre Absorptionsgröße geprüft wurden, waren:

1) Kaolin aus Porphyr, steinerne Jungfrau bei Halle a. d. Saale.
2) Tertiärthon, Gumpe bei Nordhausen.

---

betrichter entfernt. Einen Theil des Salzes verdanke ich der Güte des Herrn Dr. Wattenberg, einen Theil stellte ich selbst dar. Die Analyse vgl. weiter unten.

1) Der Titer der Lösung war vor dem Versuch

1. Bestimmung	1,4336
2. Bestimmung	1,4208
Mittel	1,4272 Grm. P_2O_5 pro Liter;

nach dem Versuche 1,4208 Grm. P_2O_5 pro Liter. Vgl. analytische Belege.

2) Selbstredend ist zu den Versuchen eine möglichst geringe Menge Lösung zu verwenden, jedenfalls übertrifft die Minimalmenge Lösung, welche man anwenden kann (Verhältniß von Boden zu Lösung 1:2) bedeutend die unter den natürlichen Verhältnissen vorhandene Lösungsmenge.

3) Lößmergel, Crimderode am Südharz.

4) Lößlehm, Crimderode am Südharz.

Von den feinsten Theilen und den Stauben der drei letztgenannten Böden sind in einer früheren Arbeit[1]) vollständige chemische Analysen veröffentlicht, es seien daher hier nur wenige Zahlen bezüglich der stofflichen Zusammensetzung zusammengestellt, welche besonders deutliche Beziehungen zu den gefundenen Absorptionsgrößen erkennen lassen.

Die bei 115° C. getrockneten Schlämmproducte enthielten %:

	Feinste Theile				Staub			
	Kaolin	Tertiärthon	Lößmergel	Lößlehm	Kaolin	Tertiärthon	Lößmergel	Lößlehm
SiO_2 im Ganzen	50,100	57,281	54,859	61,870	86,797	83,366	77,016	86,244
In HCl löslich	5,36	17,963	29,596	24,496	0,2116	3,478	12,756	2,908
$CaO\ CO_2$	—	0,259	7,573	0,652	—	—	6,357	1,025

Die Resultate der Absorptionsversuche sind in der folgenden Tabelle zusammengestellt.

25 Grm. lufttrockne Substanz absorbirten aus 100 Cc. Lösung Grm.:

			N: 0,1 atom. Lösung 100 Cc. Lösung = 0,13577 N	P_2O_5: 0,1 atom. Lösung 100 Cc. Lösung = 0,14272 P_2O_5
Kaolin	Feinste Theile	1. Versuch	0,01714	0,01856
		2. "	0,01785	0,01856[2])
		Mittel	**0,017495**	**0,01856**
	Staub	1. Versuch		0,0064
		2. "	**0,00283**	0,0074
		Mittel		**0,00672**
Tertiärthon	Feinste Theile	1. Versuch	0,04477	
		2. "	0,04312	**0,04608**
		Mittel	**0,043945**	
	Staub		**0,01893**	**0,02240**

1) Die agronomische Bodenuntersuchung und Kartirung auf naturwissenschaftlicher Grundlage. Berlin 1879. S. 24, 26 und 27.

2) Zum zweiten Phosphorsäureabsorptionsversuch mit den feinsten Theilen des Kaolin wurden 50 Grm. lufttrockne Substanz und 200 Cc. Lösung verwendet. Das Resultat war eine Absorptionsgröße von 0,03712 Grm. P_2O_5; 25 Grm. würden demnach aus 100 Cc Lösung die Hälfte also 0,01856 Grm. P_2O_5 absorbirt haben.

			N 0,1 atom. Lösung 100 Cc. Lösung = 0,135770 N	P_2O_5 0,01 atom. Lösung 100 Cc. Lösung = 0,14272 P_2O_5
Lößmergel	Feinste Theile	1. Versuch	0,04747	0,11072
		2. "	0,04603	0,10624
		Mittel	**0,04675**	**0,10848**
	Staub	1. Versuch	0,01318	
		2. "	0,01234	**0,02112**
		Mittel	**0,01276**	
Lößlehm	Feinste Theile		**0,06030**	**0,06912**
	Staub		**0,00717**	**0,01088**

Die Absorptionsgrößen sind mit vereinzelten Ausnahmen das Mittel aus zwei übereinstimmenden quantitativen Bestimmungen. Die Zahlen dürften genügend darlegen, daß sowohl Material wie Methode übereinstimmende Resultate liefern, und daß auch geringe Temperaturdifferenzen selbst auf die Phosphorsäureabsorption nicht von Einfluß sind. Besonders wenn man die Vergrößerung der Differenzen durch die Multiplicationsfehler in Rechnung zieht, muß man zugestehen, daß die Differenzen der einzelnen Parallelversuche die zulässigen Fehlergrenzen gut übereinstimmender analytischer Bestimmungen nicht überschreiten.

Knop drückt den Absorptionscoefficienten durch die Anzahl der Cc. N Normalvolumen aus, welche nach seiner Methode von 100 Grm. Boden absorbirt werden. Da es nun unzureichend ist, sich auf die Bestimmung der Absorptionsgröße für Basen zu beschränken, die Ermittelung des Absorptionscoefficienten für Phosphorsäure also stets erforderlich ist, so dürfte es auch zweckmäßig erscheinen, um für beide Größen einen vergleichbaren Ausdruck zu gewinnen, beide Absorptionsgrößen durch eine Gewichtszahl auszudrücken. Man könnte sich dabei der Zahl für das absorbirte Ammoniak bedienen, kann aber auch unbeschadet der Uebersichtlichkeit auf den Stickstoffgehalt sich beziehen, da eine derartige Bezeichnung von Knop einmal vorgeschlagen ist und in der Regel ja auch der Stickstoffgehalt direct mit dem Azotometer ermittelt wird. Sollte sich die von Pillitz in zwei Fällen beobachtete genaue Aequalenz bezüglich der Absorption von Ammoniak und Kali allgemein bestätigen, so wird man auch die gefundene Stickstoffabsorption auf die Kaliabsorption nach den Aequivalentgewichten ($N = 14$; $^1/_2K_2O = 47{,}11$) umrechnen können. Wenn ich nun auch fest überzeugt bin, daß sich bezüglich der Kali-Stickstoffabsorption eine Parallele geltend macht, auch für möglich halte, daß diese Parallele auf die Aequivalentverhältnisse

zurückzuführen ist, so halte ich es doch für angemessen, vorläufig von einer Berechnung der Kaliabsorption aus der gefundenen Stickstoffabsorption Abstand zu nehmen, bis ich geprüft habe, in wieweit eine Verallgemeinerung dieses von Pillitz gefundenen Resultates berechtigt ist. Der Uebersichtlichkeit halber ist es zweckmäßig, die Absorptionsgrößen den Procentzahlen entsprechend auszudrücken, also von der Einheit „100 Grm. Boden" auszugehen; andrerseits dürfte es sich empfehlen, da man ja mit verdünnten Lösungen arbeitet, die als Absorptionsgröße gefundene kleine Zahl möglichst zu vergrößern.

Ich möchte daher vorschlagen als Absorptionscoefficienten die Menge des absorbirten Stoffes in Milligrammen ausgedrückt, bezogen auf die Einheit 100 Grm. Boden zu bezeichnen.

In dieser Weise berechnet, würden sich als Absorptionscoëfficienten für Stickstoff und Phosphorsäure für die von mir untersuchten Schlämmproducte folgende Zahlenwerthe ergeben:

100 Grm. lufttrockne Substanz absorbirten aus 400 Cc. Lösung in Mgr.

		N Mgr.	P_2O_5 Mgr.
Feinste Theile	Kaolin	69,98	74,24
	Tertiärthon	175,78	184,32
	Lößmergel	0,187,00	433,92
	Lößlehm	241,20	276,48
Staub	Kaolin	11,32	25,60
	Tertiärthon	75,72	89,60
	Lößmergel	51,04	84,48
	Lößlehm	28,68	43,52

Daß sich Beziehungen zwischen den gefundenen Absorptionscoëfficienten und dem Gehalte an zeolithartigen Mineralien (HClextract), sowie — namentlich bezüglich der Phosphorsäureabsorption — dem Gehalte an kohlensauren alkalischen Erden geltend machen ist nicht zu verkennen, ebenso, daß ein hoher Gesammtkieselsäuregehalt (Quarzreichthum) die Absorptionsgröße herabdrückt. Das schwache Absorptionsvermögen der Kaolinsubstanzen entspricht dem geringen Gehalte an in HCl löslichen Stoffen.

Es zeigt sich hier wieder, wie vortrefflich eine gute mechanische Analyse für Bonitirungszwecke zu verwerthen ist. Wenn auch die Staube noch absorbiren, so sind doch die absorptionsfähigen Mineralverbindungen ihrer Hauptmasse nach in den feinsten Theilen enthalten.

Der Hauptwerth der mechanischen Analyse besteht allerdings in den Schlüssen, welche dieselbe bezüglich des Verhaltens der Böden gegen Wasser gestattet, ein Moment, welches bereits früher von mir betont und auf das ich in einer späteren Arbeit nochmals detaillirter eingehen werde; aber auch zur Erforschung der übrigen wichtigen Bodeneigenschaften ist dieselbe verwerthbar, wenn sie hier und da durch anderweitige Untersuchungen unterstützt und ergänzt wird. Zu einer derartigen Ergänzung dürften aber gerade Bestimmungen des Absorptionscoëfficienten in nicht, oder weniger vorgetrennten Böden besonders geeignet sein, falls dieselben zuverlässige, übereinstimmende Resultate liefern.

Von diesen Gesichtspunkten ausgehend, habe ich in den Feinerden der Haupttypen der auf Rittergut Linden bei Wolfenbüttel anstehenden Böden die Absorptionscoëfficienten für Stickstoff und Phosphorsäure bestimmt. Bevor ich zu diesen Untersuchungen übergehe, sei jedoch eine kurze Bemerkung zur Nomenclatur der auf mechanischem Wege abtrennbaren Bodengemengtheile gestattet.

Knop unterscheidet Bodenskelet und Feinerde; er siebt den Boden durch ein Sieb, aus Drahtnetz, welches 400 Oeffnungen per Quadratcentimeter besitzt; der hindurchfallende Theil ist Feinerde; der Rückstand das Skelet. Ich halte es für angemessener, die Bodengemengtheile vom rein mechanischen Standpunkte aus möglichst scharf nach der Korngröße zu unterscheiden. Die dem Felde entnommene Bodenprobe bezeichne ich als Rohboden; zum Zwecke der mechanischen Trennung mit dem Schoene'schen Apparate siebe ich den Boden durch ein Rundlochsieb von 4 Mm Lochdurchmesser und nenne das hindurchfallende Siebproduct (kleiner als 4 Mm.) Feinboden. Für chemische Untersuchungen ist jedoch um übereinstimmende Resultate zu erzielen, wenn man es nicht vorzieht mit Schlämmproducten zu arbeiten, wenigstens ein weniger grobsandiges Material als der Feinboden zu verwenden; ich habe daher zum Zwecke der Kohlensäure- und Humusbestimmung ꝛc., sowie der Bestimmung des Absorptionscoëfficienten Bodenmaterial verwendet, welches durch ein Rundlochsieb von 0,5 Mm. Lochweite geschlagen wurde. Für diese Körnelung (unter 0,5 Mm.) möchte ich die Bezeichnung Feinerde vorschlagen.

Nachdem sich bei den Absorptionsversuchen mit Schlämmproducten herausgestellt hatte, daß die anzuwendende Methode genügend übereinstimmende Resultate liefert, daß ferner Temperaturschwankungen, wie sie im Laboratoriumraume stattfanden das Resultat nicht erheblich beeinflußten, handelt es sich nur noch darum, festzustellen, ob die Feinerde ein genügend gleichmäßiges Material für derartige Untersuchungen abgiebt. Da die Gleichmäßigkeit des Materials am leichtesten alterirt

werden muß, wenn dasselbe reich an gröberen Gemengtheilen ist, so wurde mit der Feinerde eines Diluviallehms und mit der eines lehmigen Diluvialkieses — beide Bodenvorkommen von Linden — je zwei Controllversuche gemacht. Es wurden zu diesem Zwecke je 100 Grm. Feinerde mit 100 Cc. einer $^1/_{10}$atomigen Salmiaklösung 24 Stunden in Berührung gebracht.

Die Versuche ergaben folgende Absorptionscoëfficienten für N:

	1. Versuch	2. Versuch	Mittel	Differenz des 1. u. 2. Versuchs (Versuchsfehler)[1]	
	Mgrm.	Mgrm.	Mgr.	in Mgrm.	in %
Diluviallehm	69,68	74,38	72,03	4,7	6
Diluvialkies (lehmig)	65,70	64,58	65,14	1,12	2

Werfen wir jetzt einen Blick auf die procentischen Fehler, welche die Controllversuche mit Schlämmproducten ergaben; es wird dabei genügen, einige besonders abweichende herauszugreifen.

	1. Versuch	2. Versuch	Mittel	Differenz zwischen 1. und 2. Versuch (Versuchsfehler)	
	Mgr.	Mgr.	Mgr.	in Mgr.	in %[2]
Tertiärthon feinste Theile (Absorptionscoeff. für N)	179,08	172,48	175,78	6,6	etwa 4
Lößmergel Staub (Absorptionscoeff. für N)	52,72	49,36	51,04	3,36	etwa 6
Lößmergel feinste Theile (Absorptionscoeff. für N)	184,12	189,88	187,00	5,76	etwa 3
Lößmergel feinste Theile (Absorptionscoeff. f. P_2O_5)	424,96	442,96	433,92	18	etwa 4

In diesen Fehlergrenzen sind bereits die Multiplicationsfehler eingeschlossen, denen sogar wesentlich die Höhe des Versuchsfehlers zuzuschreiben ist. Es ist aus den Zahlen ersichtlich, daß der gefundene Absorptionscoëfficient ungünstigen Falls um 6 % (resp. höchstens 3 % vom Mittel) von dem factischen abweichen kann, principielle Unterschiede also erst auf Abweichungen über diese Grenze hinaus basiren, daß aber auch in diesen Fehlergrenzen die Feinerde als Untersuchungsmaterial genügt, welche schon deshalb den Vorzug als Untersuchungsmaterial verdient, weil sie leicht herzustellen ist und man andrerseits mit Sicherheit

1) Die Differenz vom Mittel würde nur die Hälfte also 3 % resp. 1 % betragen.

2) Dies sind ebenfalls die Differenzen zwischen Maximum und Minimum; für das Mittel berechnet würde der Versuchsfehler nur 2 % resp. 3 %, resp. 1,5 %, resp. 2 % betragen.

annehmen kann, daß die noch gröberen Bodengemengtheile kein Absorptionsvermögen besitzen.

Diese Fehlergrenzen sind jedoch keineswegs der Mangelhaftigkeit der in Anwendung gebrachten Methode der Filtrirmethode gegenüber zuzuschreiben. Es schwankt z. B. der von Pillitz nach der Filtrirmethode ermittelte Aussättigungscoëfficient für Ammoniak um 8 %, noch höhere Schwankungen zeigt der Aussättigungscoefficient für Kali und Phosphorsäure, während auch die Pillitz'schen Kolbenversuche nicht über die von mir gefundenen Grenzen hinaus schwankten, sobald nicht bei höherer Temperatur digerirt wurde, was ja wie wohl genügend ausgeführt, zu fehlerhaften Resultaten führen muß.

Daß sich trotz der bis jetzt nicht abgeglichenen Fehler die Bestimmung der Absorptionscoëfficienten für Bonitirungszwecke empfiehlt, dürfte sich aus den folgenden Versuchen mit verschiedenen Böden ergeben, deren Absorptionscoëfficienten Unterschiede weit über die constatirten Fehlergrenzen hinaus, zeigen.

Für eine Anzahl Feinerden Lindener Bodenvorkommen (Thone des Gault, Diluviallehme, lehmiger Diluvialkies und Alluviallehme) wurden die Absorptionscoëfficienten für Stickstoff und Phosphorsäure ermittelt. Bei den beiden Hauptreihen wurden je 50 Grm. Boden mit 100 Cc. einer $^1/_{10}$atomigen Lösung von Salmiak resp. einer $^1/_{100}$ atomigen Lösung von Monocalciumphosphat im Kolben 24 Stunden in Berührung gebracht; es wurde also das Verhältniß von Boden zur Lösung 1 : 2 gewählt; denn um sich den natürlichen Verhältnissen wenigstens nach Möglichkeit anzupassen, ist es wünschenwerth das Verhältniß von Boden zu Lösung so eng als möglich zu wählen, also nur soviel Lösung zu verwenden, daß man eine genügende Menge Filtrat zur doppelten analytischen Bestimmung erhält. Kreidepulver wurde nicht zugesetzt. In der folgenden Tabelle sind die Absorptionscoëfficienten zusammengestellt.

Absorptionscoefficienten von Feinerden der Böden des Ritterguts Linden bei Wolfenbüttel.

		N	P_2O_5
Thon des Gault	Schwarzer humoser Thon (Buschfeld)	145,94	162,56
"	Grauer Thon (Buschfeld)	110,12	206,08
"	Grauer Thon Meeschefeld	156,64	152,32
Alluviallehm (Altenauschlamm)	Meeschefeld	137,14	197,12
Diluviallehm	humos Marktwegfeld	125,68	168,96
"	humos Futterfeld	89,86	113,44
"	humusfrei, Meeschefeld	120,32	126,72

		N	P_2O_5
Diluviallehm	humusarm, Marktwegfeld	72,03	85,76
"	Stadtfeld	77,46	108,80
Alluviallehm (Mischung von Diluvium und Ockerabsatz)	Stadtfeld	65,86	93,44
Diluviallehm	Meeschefeld	80,44	88,32
"	Meeschefeld	106,84	99,84
Diluvialkies (lehmig)	Meeschefeld	66,00	103,68
"	Meeschefeld	65,12	111,36
Diluviallehm	sandig, Meeschefeld	43,32	57,60

Die nächsten drei Tabellen stellen die gesammten Resultate, welche die Untersuchung der Böden ergeben hat, zusammen. In der ersten Tabelle finden sich die mechanischen Analysen der Böden, zugleich ist der Feinerdegehalt in Prozenten des Rohbodens und des Feinbodens besonders angegeben. Die zweite Tabelle zeigt die procentisch berechnete mechanische Zusammensetzung der Feinerden, den Gehalt an hygroscopischem Wasser, den Glühverlust, den Kohlenstoffgehalt (Humusgehalt), den Gehalt an kohlensaurem Kalk, sowie die Absorptionscoëfficienten für Stickstoff und Phosphorsäure. Die Beziehungen der Absorptionsgrößen zu den übrigen Untersuchungsresultaten sind deutlich ersichtlich, wenngleich nicht in der Schärfe, daß sich dieselben in einem bestimmten Zahlenverhältnisse ausdrücken lassen. Besonders deutlich tritt die Abhängigkeit der Phosphorsäureabsorption vom Gehalte übrigens ähnlich zusammengesetzter Böden an kohlensaurem Kalke hervor. Es ist aber auch leicht erklärlich, daß das Resultat derartig complicirter Processe, wie sie den Absorptionserscheinungen zu Grunde liegen, nicht mit genügender Genauigkeit auf deductivem Wege gefolgert werden kann, sondern daß dasselbe inductiv gesucht werden muß. Deswegen würde sich eben auch empfehlen — besonders in Anbetracht der Wichtigkeit der Absorptionserscheinungen für die Praxis des Pflanzenbaues — für Bonitirungszwecke neben (oder richtiger auf Grund der) übrigen erforderlichen Untersuchungen auch die Bestimmung des Absorptionscoëfficienten für Basen und Säuren in den Feinerden der einzelnen Bodentypen vorzunehmen.

Die dritte Tabelle stellt neben den Absorptionscoëfficienten für die Feinerden, die auf Grund der mechanischen Analyse für Fein- und Rohböden berechneten zusammen.

Mechanische Analysen.

	Buschfeld, schwarzer Thon in 10 Cc. Tiefe	Buschfeld, grauer Thon in 50 Cc. Tiefe	Meerschefeld I, grauer Thon in 30 Cm. Tiefe	Marktwegfeld IV, an der Altenau Alluvialf. in 10—20 Cm. Tiefe	Marktwegfeld IIS.W., humoser Lehm in 20—30 Cm. Tiefe	Futterfeld, humoser Lehm in 20—30 Cm. Tiefe	Meerschefeld IV S., Lehm in 50—60 Cm. Tiefe	Marktwegfeld IVS.O., heller Lehm in 15 Cm. Tiefe	Stadtfeld II O., Diluviallehm in 20—30 Cm. Tiefe	Stadtfeld IV, Alluvialiehm in 10—20 Cm. Tiefe	Meerschefeld I, Lehm in 15—40 Cm. Tiefe	Meerschefeld III, Lehm in 50—60 Cm. Tiefe	Meerschefeld IV, Diluvialkies I	Meerschefeld IV, Diluvialkies II	Meerschefeld IIIb, sandiger Lehm in 15—20 Cm. Tiefe.
Feinboden %	98,63	100,00	98,89	100,00	100,00	99,74	99,93	99,92	99,24	99,48	100,00	100,00	69,64	77,45	99,90
Körnelung in Mm.	Der Feinboden besteht aus:														
4 — 3 Mm.	0,242	—	0,308	—	0,128	0,090	—	0,092	0,694	—	0,064	—	6,128	1,914	0,098
3 — 2 „	0,148	0,170	0,550	0,218	0,162	0,160	0,132	0,106	0,752	0,186	0,224	0,606	7,834	2,964	0,282
2 — 1,5 „	0,274	0,072	0,920	0,130	0,302	0,550	0,142	0,232	0,880	0,548	0,372	1,524	7,442	2,962	0,606
1,5 — 1 „	0,604	0,138	1,246	0,206	0,346	0,656	0,338	0,872	0,990	1,220	0,662	2,626	6,600	3,466	1,872
1 — 0,5 „	1,730	0,342	1,610	0,642	0,994	2,372	1,598	6,518	0,178	4,182	2,410	8,300	9,910	6,886	9,904
0,5 — 0,25 „	6,602	0,856	4,650	4,870	5,554	12,912	15,016	2,342	10,144	18,006	11,506	20,318	14,744	20,550	35,800
0,25— 0,1 „	5,096	7,066	3,564	4,788	1,406	4,352	12,418		5,384	10,352	4,840	13,506	4,066	5,550	11,114
0,1 — 0,05 „	6,538	7,390	8,822	9,820	19,068	20,794	17,464	19,668	19,848	15,658	9,938	15,588	5,940	9,690	9,750
0,05— 0,01 „	16,794	14,102	17,970	44,910	39,174	33,902	35,256	44,752	33,166	28,756	40,740	17,532	22,752	25,080	16,400
unter 0,01 „	60,242	66,442	60,604	33,330	30,910	24,384	18,646	24,092	28,816	19,352	28,952	19,826	14,830	21,678	15,380
Die Feinerde (unter 0,5 Mm.) entspricht % des Feinbodens	95,242	97,856	95,610	97,718	96,112	96,344	98,800	90,854	96,358	92,124	95,976	86,770	62,332	82,554	88,444
Die Feinerde entspricht % des Rohbodens	94,137	97,856	94,548	97,718	96,112	96,098	98,730	90,781	95,625	91,645	95,976	86,770	43,408	63,938	88,355

Procentische Zusammensetzung der lufttrockenen Feinerde.

	Bulkfeld, schwarzer Thon in 50 Cm. Tiefe	Bulkfeld, grauer Thon in 50 Cm Tiefe	Meeschefeld I, grauer Thon in 30 Cm. Tiefe	Marktwegfeld VI, an der Altenau, Alluvial-Lehm 10—20 Cm.	Marktwegfeld IV S. O., humoser Lehm 20—30 Cm.	Futterfeld, humoser Lehm 20—30 Cm.	Meeschefeld IV S., Lehm 50—60 Cm.	Marktwegfeld II S. W., heller Lehm 15 Cm.	Stadtfeld II O., Diluvial-lehm 20—30 Cm.	Stadtfeld IV, Alluvial-lehm 10—20 Cm.	Meeschefeld I, Lehm 15—40 Cm.	Meeschefeld III, Lehm 50—60 Cm.	Meeschefeld IV, Grund I	Meeschefeld IV, Grund II	Meeschefeld III^b, sandiger Lehm 15—20 Cm.
0,5 —0,25 Mm.	6,93	0,87	4,86	4,98	5,77	13,40	15,19	2,57	10,52	19,54	11,99	23,41	23,65	24,89	40,47
0,25—0,1 „	5,35	7,22	3,73	4,89	1,45	4,52	12,56		5,58	11,23	5,04	15 56	6,52	6,72	12,56
0,1 —0,05 „	6,86	7,55	9,23	10,05	19,83	21,58	17,67	21 65	20,59	17,03	10,35	17,96	9,53	11,73	11,02
0,05—0,01 „	17,63	14,41	18,79	45,95	40,76	35,18	35,68	49,24	34,42	31,21	42,45	20,23	36,50	30,38	18,54
unter 0,01 „	63,25	67,89	63,38	34,00	32,16	25,31	18,87	26,52	29,89	21,00	30,16	22,84	23,79	26,26	17,38
Hygroscop. H_2O	5,577	3,931	4,771	4,328	1,465	2,509	3,085	1,295	1,625	1,368	1,669	3,045	1,294	1,642	2,112
Glühverlust excl. hygr. H_2O	5,716	14,510	5,107	7,730	6,600	4,293	2,718	1,444	2,454	4,718	2,852	2,312	3,473	3,743	2,127
C in Form von Humus	1,0565		0,68386	1,313	1,1684	0,95004		0,6716	0,2812	0,7453	0,2293	—	0,7466	0,7562	0,415
$CaO\,CO_2$		22,866	1,5456	10,933		0,3864	8,296		1,11377	0,4773	—	—	1,682	2,318	—
100 Gr. Feinerde absorbirte N	145,95	110,12	156,64	137,14	125,68	89,86	120,32	72,03	77,46	65,86	80,44	106 84	66,00	65,12	43,32
100 Gr. Feinerde absorbirten P_2O_5	162,5	206,08	152,35	197,12	168,96	113,44	126,72	85,76	108,80	934,4	88,32	99,84	103,68	111,36	57,60

Zusammenstellung der Absorptionscoefficienten

auf Feinerde, Feinboden und Rohboden berechnet.

	Absorptionscoefficient für N			Absorptionscoefficient für P_2O_5		
	der Feinerde	des Feinbodens	des Rohbodens	der Feinerde	des Feinbodens	des Rohbodens
Schwarzer humoser Thon, Buschfeld	145,94	138,996	137,383	162,56	154,825	153,029
Grauer Thon, Buschfeld	110,12	107,758	107,758	206,08	201,6676	201,6676
Grauer Thon, Meeschefeld I	156,64	149,763	148,099	152,32	145,633	144,015
Alluviallehm (Altenauschlamm) Marktwegfeld VI S.	137,14	134,010	134,010	197,12	192,622	192,622
Humoser Lehm Marktwegfeld II S. W.	125,68	120,793	120,793	168,96	162,39	162,39
Humoser Lehm, Futterfeld	89,86	86,574	86,353	113,44	109,292	109,013
Lehm, Meeschefeld V	120,32	118,876	118,792	126,72	125,199	125,110
Heller Lehm 15 Cm., Marktwegfeld IV S. O.	72,03	65,442	65,389	85,76	77,916	77,753
Diluviallehm, Stadtfeld II O.	77,46	74,639	74,071	108,80	104,837	104,040
Alluviallehm (Ocker), Stadtfeld IV	65,86	60,672	60,374	93,44	85,7806	85,633
Lehm, Meeschefeld I	80,44	77,203	77,203	88,32	84,766	84,766
Lehm, Meeschefeld IIIa	106,84	92,705	92,705	99,84	86,631	86,631
Diluvial-Kies I, Meeschefeld IV	66,00	41,139	28,649	103,68	64,625	45,005
Diluvial-Kies II, Meeschefeld IV	65,12	53,76	41,636	111,36	91,952	71,201
Sandiger Lehm, Meeschefeld IIIb	43,32	38,314	38,267	57,60	50,943	50,892

Selbstverständlich können als Absorptionscoëfficienten nur constante Größen gefunden werden, wenn man mit einer Lösung bestimmter Concentration arbeitet und das Verhältniß von Boden zu Lösung constant bleibt. Bereits an früherer Stelle ist dargelegt worden, in welcher Weise Veränderungen der Concentration sowie des Verhältnisses von Boden zu Lösung das Resultat beeinflussen.

Auch ich habe vergleichswise bei einigen Böden die Absorptionsgrößen bei Veränderung des Verhältnisses von Boden zu Lösung ermittelt. Es wurden gleichzeitig mit den mitgetheilten Absorptionsversuchen, bei denen je 50 Grm. Feinerde mit 100 Cc. Lösung in Berührung gebracht wurden, für eine Anzahl Böden noch die Absorptionsgrößen bei Anwendung von 25 Grm. Feinerde und 100 Cc. Lösung bestimmt, also statt dem Verhältniß Boden zu Lösung wie 1:2, das Verhältniß 1:4 hergestellt. Die Resultate sind in der folgenden Tabelle zusammengestellt; die erste Columne enthält die bei dem Verhältniß Boden zu Lösung wie 1:2, die zweite die bei dem entsprechenden Verhältniß von 1:4 gefundenen, auf Absorptionscoëfficienten berechneten Zahlen; in der der dritten Columne sind die Verhältnißzahlen beider Versuchsresultate aufgeführt; es zeigt die Columne das Verhältniß der bei 1 Boden zu 4 Lösung gefundenen Absorptionsgrößen zu denen bei 1 Boden zu 2 Lösung ermittelten, letztere = 1 gesetzt.

		Absorptionscoëfficient für N			Absorptionscoëfficient für P_2O_5		
		I Boden zu Lösung = 1 : 2	II Boden zu Lösung = 1 : 4	III Werthe der Columne I = 1 gesetzt, sind die der Columne II =	I Boden zu Lösung = 1 : 2	II Boden zu Lösung = 1 : 4	III Werthe der Columne I = 1 gesetzt, sind die der Columne II =
Thon des Gault	Schwarzer humoser Thon	145,94	180,12	1,234	162,56	168,96	1,039
	Grauer Thon	110,12	—	—	206,08	291,74	1,415
	Grauer Thon	156,64	224,24	1,431	152,32	161,28	1,059
Diluviallehm	Heller Lehm	72,03	—	—	85,76	105,28	1,229
	Gewöhnlicher Diluviallehm kalkfrei	80,44	92,96	1,155	88,32	—	—
	Gewöhnlicher Diluviallehm kalkfrei	77,46	75,56	0,975	108,80	—	—
	Humoser Lehm	125,68	143,48	1,141	168,96	187,36	1,109
	Humoser Lehm	89,86	127,20	1,425	113,44	109,12	0,961
Alluviallehm	Mischung aus Diluvium und Ockerabsatz	65,86	—	—	93,44	110,08	1,178

Daß das Boedeker'sche Gesetz bezüglich der Abhängigkeit der Absorptionsgröße von der Concentration nicht zutrifft, ist bereits Eingangs (S. 12 ff.) nachgewiesen worden. Ebendaselbst ist auch darauf hingewiesen, daß die Verdoppelung der Lösungsmenge sich von der Verdoppelung der Concentration nur dadurch unterscheidet, daß in gleichem Grade mit der Mehrzufuhr absorbirbarer Stoffe auch das Lösungsmittel vermehrt ist. Ob und in wieweit eine Steigerung der Absorption durch Verdoppelung des Lösungsquantums bewirkt wird, wird abhängig sein, einmal von dem Concentrationsgrade der Lösung, ferner von den im Boden vorhandenen, die Absorption bedingenden Affinitäten; d. h. das Resultat ist davon abhängig, ob von den Wassermolekülen oder von den in Frage kommenden Affinitäten im Boden eine stärkere Anziehung auf den gelösten und zu absorbirenden Stoff ausgeübt wird, einem Resultat, welches sich wenigstens auf Grund unserer augenblicklichen Kenntnisse nicht a priori schließen läßt.

Aus den vorstehenden Zahlen dürfte gefolgert werden können, daß im Allgemeinen für Böden mit hohem Absorptionsvermögen durch Vermehrung der Lösungsmenge bis zu einem gewissen Grade die Absorptionsgröße gesteigert wird, daß dagegen bei Böden mit geringerem Absorptionsvermögen bereits bei Zufuhr einer geringeren Lösungsmenge eine Aussättigung der in Frage kommenden Affinitäten insoweit erfolgt, daß dieselben sich einer größeren Menge Lösungsmittel gegenüber geltend zu machen nicht im Stande sind. Die Absorptionsgröße sowohl für N wie für P_2O_5 hatte sich bei den stark absorbirenden Böden in dem Verhältniß 1 : 1,4 durch Verdoppelung der Lösungsmenge gesteigert, während das Verhältniß bei den Böden mit geringerem Absorptionsvermögen mit Berücksichtigung der constatirten Fehlergrenzen 1 : 1 blieb. Für Bonitirungszwecke dürfte es sich empfehlen, eine möglichst geringe Menge einer möglichst verdünnten Lösung anzuwenden; also je nach dem Atomgewicht der betreffenden Base oder Säure mit einer 1/10 oder 1/100atomigen Lösung in dem Verhältniß 1 Boden zu 2 Lösung zu operiren. Keineswegs entsprechen derartige Verhältnisse der Concentration und Menge der im Boden circulirenden Lösung; denn, sind wir auch nicht im Stande die Bodenlösung quantitativ und qualitativ zu bestimmen, so dürfte es wohl außer Zweifel sein, daß dieselbe ihre Menge nach unter normalen Verhältnissen nie 200 % des Bodens betragen dürfte, wie dies bei dem Verhältniß 1 : 2 der Fall ist. Mit der Steigerung der Concentration und Menge der anzuwendenden Lösung entfernen wir uns selbstredend immer mehr von den natürlichen Verhältnissen.

REESE LIBRARY OF THE UNIVERSITY OF CALIFORNIA

Obgleich wir, wie aus den vorstehenden Betrachtungen hervorgeht, in den Absorptionscoëfficienten nicht absolute sondern nur relative Zahlen gewinnen, bin ich doch der Ansicht, daß die Ermittelung derselben für die Bonitirung von Werth ist und dies noch in höherem Grade wird, wenn erst ein größeres Zahlenmaterial, welches einen Vergleich der verschiedenen Böden zuläßt, vorliegt. Ob es sich empfiehlt, neben dem Operiren mit verdünnten Lösungen den Aussättigungspunkt der gesammten die Absorption bedingenden Affinitäten durch Anwendung concentrirter Lösungen zu ermitteln, ist durch weitere Untersuchungen zu entscheiden.

Zum Schluß sei noch auf einen Punkt hingewiesen, welcher nicht ohne theoretisches Interesse sein dürfte. Zu den Absorptionsversuchen verwendet man bekanntlich wie zu allen experimentellen Bodenuntersuchungen den lufttrocknen, also nicht wasserfreien Boden. Während nun die meisten Untersuchungen den Gehalt des Bodens an hygroscopischem Wasser nicht berücksichtigten, derselbe auch in den angeführten Resultaten meiner Untersuchungen unberücksichtigt geblieben ist, hat z. B. Zalomanoff in seiner besprochenen Arbeit diesen Wassergehalt in Rechnung gezogen. Zalomanoff filtrirte ja nur einen Theil, zumeist die Hälfte der aufgegebenen Lösung durch den Boden; zu der aufstehenden, nicht filtrirten Flüssigkeit addirt er bei der Berechnung der Resultate den hygroscopischen Wassergehalt hinzu. Der analytische Befund ergab jedoch wie bereits seiner Zeit bemerkt, daß die oben aufstehende Flüssigkeit zumeist concentrirter geworden, daß sich also in der oberen Bodenschicht trotz des hygroscopischen Wassergehaltes die mechanische capillare Wasseranziehung in höherem Grade geltend machte als die chemische des zu absorbirenden Stoffes.

Durch den verschiedenen Gehalt verschiedener Böden an hygroscopischem Wasser wird die Lösung offenbar etwas verdünnt und zwar nicht gleichmäßig. Will man aber das hygroscopische Wasser in Rechnung bringen, so hat man zu berücksichtigen, daß da man den Boden lufttrocken abgewogen, auch dem Wassergehalte entsprechend eine geringere Menge trockner Boden in Anwendung gebracht ist. Man sollte nun glauben, daß a priori zu schließen, bei Berechnung der Resultate sich die im gleichen Verhältniß substituirenden Boden- und Wassermengen auch compensiren müßten, daß also die ohne Berücksichtigung des hygroscopischen Wassers auf 50 resp. 25 Grm. Boden berechnete Zahl gleich sein müsse der Zahl, welche gefunden wird, wenn man das hygroscopische Wasser, zugleich aber auch die factisch in Anwendung ge-

brachte trockne Bodenmenge in Rechnung zieht. Es stellte sich jedoch heraus, daß bei einer Anzahl Böden die mit Berücksichtigung des Wassergehaltes berechnete Absorptionsgröße eine etwas höhere war als die ohne Berücksichtigung derselben gefundene, bei anderen Böden fand das Umgekehrte statt; dabei fielen die Differenzen der Absorptionsgrößen für N und für P_2O_5 nicht in gleichem Sinne aus.

Zunächst legte ich mir die Frage vor, ob diese Differenzen vielleicht vom Wassergehalte des Bodens abhängig wären, ob vielleicht Böden mit einem höheren Wassergehalt auch bei Berücksichtigung desselben ein höheres Resultat ergeben oder umgekehrt; es wäre dann allerdings nicht erklärlich, weswegen die Differenzen bei der N und P_2O_5absorption nicht genau correspondirten. Aus den folgenden Tabellen dürfte zu schließen sein, daß diese Differenzen von der Höhe des Wassergehaltes unabhängig zu sein scheinen, sich wenigstens derartige Beziehungen nicht erkennen lassen. In denselben sind von einer Anzahl Böden die beiden in verschiedener Weise berechneten Absorptionsgrößen (bezogen auf 50 Grm. Boden), die Differenz zwischen denselben, die Menge des zur Verwendung gekommenen trockenen Bodens sowie der procentische Wassergehalt verzeichnet. Die in Columne II aufgeführten Zahlen sind auf 50 Grm. lufttrockenen (nicht trockenen) Boden berechnet; es ist — in gleicher Weise wie Zalomanoff verfuhr — nur der Verdünnungsgrad berücksichtigt, welchen die Lösung durch den Wassergehalt des Bodens erfahren hat.

Absorptionsversuche mit Salmiak.

Concentration 0,1 Atom N im Liter = 1,4 N (1,454)

Angewandt 50 Grm. lufttrockner Boden + 100 Cc. Lösung.

	Es wurden absorbirt Grm. N			Angewandt	Der lufttrockene Boden enthält
	I ohne Berücksichtigung des hygr. H_2O	II mit Berücksichtigung des hygr. H_2O	III 50 Grm. trockner Boden haben absorbirt (Berechnung)	trockner Boden Grm.	H_2O %
Grauer Thon, Buschfeld	0,05506	0,05330	0,05547	48,0435	3,931
Schwarzer, humoser Thon, Buschfeld	0,07297	0,07085	0,07503	47,2115	5,577
Grauer Thon, Meeschefeld I	0,07832	0,07672	0,08054	47,6145	4,771
Alluviallehm (Altenauschlamm) Marktwegfeld VI	0,06857	0,06791	0,07098	47,836	4,328
Humoser Lehm, Marktwegfeld H S. W.	0,06284	0,06224	0,06324	49,3675	1,465
Humoser Lehm, Futterfeld	0,04493	0,04367	0,04889	48,7455	2,509
Lehm, Meeschefeld IV S. 50—60	0,06016	0,05884	0,06071	48,4575	3,085
Heller Lehm, Marktwegfeld IV S. O.	0,036015	0,035305	0,03576	49,3525	1,295
Diluviallehm, Stadtfeld II O.	0,03873	0,03786	0,03848	49,1875	1,625
Alluviallehm, Stadtfeld IV	0,03293	0,03217	0,03261	49,316	1,368
Lehm, Meeschefeld I	0,04022	0,03935	0,040018	49,1655	1,669
Lehm, Meeschefeld III 50 Cm.	0,05342	0,05202	0,05324	8,4775	3,045
Diluvial-Kies I, Meeschefeld IV	0,03300	0,03206	0,032703	49,353	1,294
Diluvial-Kies II, Meeschefeld IV	0,03256	0,031635	0,03216	49,179	1,642
Sandiger Lehm, Meeschefeld III^b	0,02166	0,02036	0,020799	48,944	2,112

Absorptionsversuche mit Monocalciumphosphat.

Concentration 0,01 Atom im Liter (= 1,4 P_2O_5) (1,4272 P_2O_5)

Angewandt 50 Grm. lufttrockener Boden und 100 Cc. Lösung.

	Es wurden absorbirt P_2O_5 Grm.			Angewandt	der lufttrockene Boden
	I ohne Berücksichtigung des hygr. H_2O	II mit Berücksichtigung des hygr. H_2O	III 50 Grm. trockner Boden haben absorbirt (Berechnung)	trockener Boden Grm.	enthält H_2O %
Schwarzer humoser Thon, Buschfeld	0,08128	0,07957	0,08426	47,2115	5,577
Grauer Thon, Buschfeld	0,10304	0,10226	0,10644	48,0435	3,931
Grauer Thon, Meeschefeld I	0,07616	0,07457	0,07832	47,6145	4,771
Alluviallehm (Altenauschlamm) Marktwegfeld VI	0,09856	0,09750	0,10191	47,8360	4,328
Humoser Lehm, Marktwegfeld II, SW.	0,08448	0,08406	0 08530	49,2675	1,465
Humoser Lehm, Futterfeld	0,05672	0,05564	0,05709	48,7455	2,509
Lehm, Meeschefeld IV	0,06336	0,06214	0,064115	48.4575	3,085
Weißer Lehm, Marktwegfeld IV, S.O.	0,04288	0,04224	0,04279	49,3525	1,295
Diluviallehm, Stadtfeld II O.	0,05440	0,05368	0,05456	49,1875	1,625
Alluviallehm (Ocker), Stadtfeld IV	0,04672	0,04607	0,04670	49,316	1,368
Lehm, Meeschefeld I	0,04416	0,04334	0,044075	49,1655	1,669
Lehm 50 Cm., Meeschefeld III	0,04992	0,04851	0,05003	48,4775	3,045
Diluvial-Kies I, Meeschefeld IV	0,05184	0,05125	0,05192	49,353	1,294
Diluvial-Kies II, Meeschefeld IV	0,05568	0,05497	0,05568	49,179	1,642
Sandiger Lehm, Meeschefeld III°	0,02880	0,02760	0,028399	48,944	2,112

Eine andere Erklärung würde sich aus der folgenden Betrachtungsweise ergeben. Wenn wir die in den zum Schluß angehängten Tabellen aufgeführten Zahlen durchsehen, so stellt sich heraus, daß bei den Böden mit hohem Absorptionsvermögen der mit Berücksichtigung des hygroscopischen Wassers berechnete Absorptionscoëfficient größer ist, als der ohne Berücksichtigung desselben berechnete, bei den Böden mit geringem Absorptionsvermögen findet dagegen das umgekehrte Verhältniß statt; auch ist bei einer Anzahl Böden, der mit Berücksichtigung des hygroscopischen Wassers berechnete Absorptionscoëfficient für P_2O_5 größer als der ohne Berücksichtigung desselben gefundene, während es sich mit dem Absorptionscoëfficienten für N umgekehrt verhält.

Die Wasserbestimmungen wurden in sämmtlichen Böden bei einer Temperatur von 110—125° C. vorgenommen. Es wäre nun möglich, daß das bei verschiedenen Böden bei dieser Temperatur verflüchtigte Wasser sich bezüglich seiner chemischen Bindung nicht gleichwerthig verhielte, je nachdem man einen an wasserhaltigen Silicaten reichen oder armen Boden vor sich hat. Sind diese Verhältnisse durch die vorliegenden Untersuchungen auch keineswegs vollständig klar gelegt, so dürfte es doch von theoretischem Interesse sein, auf das mit einiger Constanz sich geltend machende Resultat wenigstens vorläufig hinzuweisen, um bei späteren Untersuchungen die Sache eingehender zu verfolgen.

Da die sich ergebenden Differenzen geringe sind, so halte ich es für angemessen, dieselben, so lange eine befriedigende theoretische Erklärung nicht beigebracht, für die practischen Zwecke der Bonitirung außer Acht zu lassen. Ich habe deswegen auch, soweit es sich um den Zweck der Bonitirung handelt, die Absorptionscoëfficienten ohne Berücksichtigung des hygroscopischen Wassers berechnet, wie dies auch in früheren Arbeiten im Allgemeinen bisher geschehen ist.

Die zum Schluß angefügten Tabellen enthalten in den ersten Columne die Absorptionscoëfficienten ohne Berücksichtigung des hygroscopischen Wassers, in der zweiten die Absorptionscoëfficienten mit Berücksichtigung desselben (auf trockenen Boden berechnet); die dritte Columne giebt an, um wieviel die Zahlen der Columne II von denen der Columne I um plus—minus differiren.

	Absorptionscoefficient für N Verhältniß von Boden zu Lösung 1 : 2			Absorptionscoefficient für N Verhältniß von Boden zu Lösung 1 : 4			Absorptionscoefficient für P_2O_5, Verhältniß von Boden zu Lösung 1 : 2			Absorptionscoefficient für P_2O_5, Verhältniß von Boden zu Lösung 1 : 4		
	I	II		I	II		I	II		I	II	
	Ohne Berücksichtigung des Wassergehaltes	Mit Berücksichtigung desselben auf trock. Boden ber.	Die Zahlenwerthe von II differiren von I um + —	Ohne Berücksichtigung des Wassergehaltes	Mit Berücksichtigung desselben auf trock. Boden ber.	Die Zahlenwerthe von II differiren von I um + —	Ohne Berücksichtigung des Wassergehaltes	Mit Berücksichtigung desselben auf trock. Boden ber.	Die Zahlenwerthe von II differiren von I um + —	Ohne Berücksichtigung des Wassergehaltes	Mit Berücksichtigung desselben auf trock. Boden ber.	Die Zahlenwerthe von II differiren von I um + —
Schwarzer humoser Thon (Gault)	145,94	150,06	+ 5,88	180,124	184,44	+ 4,316	162,56	168,52	+ 5,96	168,96	173,00	+ 4,04
Grauer Thon (Gault)	110,12	110,94	+ 0,82	—	—	—	206,08	212,88	+ 6,80	291,74	300,92	+ 8,18
Grauer Thon (Gault)	156,64	161,08	+ 4,44	224,24	231,00	+ 6,76	152,32	156,74	+ 4,42	161,28	163,88	+ 2,60
Alluviallehm (Altenauschlamm)	137,14	141,96	+ 4,82	—	—	—	197,12	203,82	+ 6,70	—	—	—
Humoser Lehm (Diluvial)	125,68	126,48	+ 0,80	143,48	143,96	+ 0,48	168,96	170,60	+ 1,64	187,36	187,96	+ 0,60
Humoser Lehm (Diluvial)	89,86	89,58	— 0,26	127,20	127,52	+ 0,32	113,44	114,18	+ 0,74	109,12	109,44	+ 0,22
Lehm humusfrei (Diluvial)	120,32	121,42	+ 1,10	—	—	—	126,72	128,23	+ 1,51	—	—	—
Heller Lehm humusarm (Diluvial)	72,03	71,52	— 0,51	—	—	—	85,76	85,58	— 0,18	105,28	105,16	— 0,12
Kalkhaltiger Lehm (Diluvial)	77,46	76,96	— 0,50	75,56	74,72	— 0,84	108,80	109,12	+ 0,32	—	—	—
Alluviallehm kalkhaltig (Mischung von Diluvium und Ockerabsatz)	65,86	65,22	— 0,64	—	—	—	93,44	93,40	— 0,04	110,08	110,00	— 0,08
Lehm kalkfrei (Diluvial)	80,44	80,036	— 0,08	92,96	92,48	— 0,48	88,32	88,15	— 0,17			
Lehm (Diluvial)	106,84	106,48	— 0,36				99,84	100,06	+ 0,22			
Diluvialkies (lehmig)	66,00	65,406	— 0,594				103,68	103,84	+ 0,16			
Diluvialkies (lehmig)	65,12	64,32	— 0,80				111,36	111,36	+ — 0,00			
Diluviallehm (sandig)	43,32	41,598	— 1,722				57,60	56,789	— 0,811			

		Absorptionscoefficient für N. Verhältniß von Boden zu Lösung wie 1 : 4			Absorptionscoefficient für P_2O_5. Verhältniß von Boden zu Lösung wie 1 : 4		
		I. Ohne Berücksichtigung des Wassergehaltes	II. Mit Berücksichtigung desselben auf trockenen Boden berechnet	Die Zahlenwerthe II differiren von denen von I um + —	I. Ohne Berücksichtigung des Wassergehaltes	II. Mit Berücksichtigung desselben auf trockenen Boden berechnet	Die Zahlenwerthe von II differiren von I um + —
Feinste Theile	Kaolin	69,98	70,092	+ 0,108	74,24	73,64	— 0,60
	Tertiärthon	175,78	177,12	+ 1,34	184,32	185,68	+ 1,36
	Lößmergel	187,00	189,32	+ 2,32	433,92	446,96	+13,04
	Lößlehm	241,20	245,96	+ 4,76	276,48	282,36	+ 5,88
Staub	Kaolin	11,32	11,28	— 0,04	25,60	25,56	— 0,04
	Tertiärthon	75,72	75,64	— 0,08	89,60	89,65	+ 0,05
	Lößmergel	51,04	52,28	+ 1,24	84,48	84,284	— 0,196
	Lößlehm	28,68	28,336	— 0,344	43,52	43,224	— 0,296

Beiträge

zur

Kartirung.

Allgemeines.

In den Begutachtungen meiner Kartirungsarbeit des Ritterguts Crimderode wurden von verschiedenen Seiten besonders zwei Punkte hervorgehoben, deren möglichste Berücksichtigung bei weiteren Kartirungsarbeiten wünschenswerth sei; nämlich erstens die Wasserläufe durch blaue Färbung schärfer hervorzuheben, zweitens die Grundwasserverhältnisse zur graphischen Darstellung zu bringen.

Den ersten Punkt anlangend, kann ich der ausgesprochenen Ansicht nur beipflichten. In den Fällen, in welchen das zur Darstellung der Bodenformationen erforderliche Farbenbild nicht bereits ein sehr complicirtes ist, treten die Wasserläufe zweifellos schärfer hervor, wenn sie nicht in der schon für die Flur- und Formationsgrenzen ꝛc. in Anwendung gebrachten schwarzen sondern in blauer Farbe angelegt werden. In der vorliegenden Karte des Ritterguts Linden bei Wolfenbüttel habe ich daher auch dem ausgesprochenen Wunsche Rechnung getragen.

Nicht so einfach ist die Frage zu beantworten, in welcher Weise die Grundwasserverhältnisse in der Karte Berücksichtigung finden können.

Das Grundwasser, welches bekanntlich als Tagewasser durch offne Felsklüfte oder durchlässige sandige und kiesige Ablagerungen in die tieferen Erdschichten gelangt, fließt daselbst auf einer undurchlässigen, felsigen oder thonigen Schicht (der sog. Grundwasser führenden Schicht), in gleicher Weise dem Gesetze der Schwere folgend, wie die oberirdischen Wasser unserer Bäche und Flüsse; es ist demnach bezüglich der Intensität seiner Bewegung sowie der Bewegungsrichtung in erster Linie abhängig von dem Streichen und Einfallen dieser Grundwasser führenden Schicht.

Der wesentliche Unterschied ist der, daß das Grundwasser nicht wie das Tagewasser an der Oberfläche frei fließt, sondern durch die der Grundwasser führenden Schicht auflagernden Schichten hindurchfiltriren muß; selbstverständlich wird daher außerdem die Bewegung des Grundwassers durch den Widerstand, welchen ihm diese auflagernden Schichten entgegenstellen, beeinflußt.

Durch Ablagerungen von Sand, Kies oder Geröllen, welche eine erhebliche Anzahl nicht capillarer Hohlräume einschließen, wird das Grundwasser relativ leicht hindurchfließen, anders ist dies wenn lehmige Ablagerungen das Hangende der Grundwasser führenden Schicht bilden; es wird in denselben das Wasser zunächst nur auf Capillarwegen fortschreiten, bis diese langsame Bewegung nicht mehr das zufließende Wasser fortzuführen im Stande ist. Das sich aufstauende Wasser wird sich dann durch den Druck seiner eigenen Schwere Bahn zu schaffen versuchen und das Resultat der Grundwasserbewegung wird je nach dem Schichtenbau und der vorhandenen Grundwassermenge ein verschiedenes sein. Die verschiedenen Lagerungsformen, welche auf die Art und Weise der Grundwasserverbreitung von Einfluß sind, lassen sich auf wenige Typen zurückführen.

Fällt die undurchlässige Schicht nach der gleichen Richtung auf eine genügende Erstreckung ein, so wird die Bewegung des Grundwassers von dem Grade des Einfallwinkels, sowie von der Mächtigkeit und mechanischen Beschaffenheit der auflagernden Schichten abhängen: je steiler der Einfallwinkel, je sandiger oder richtiger grobporiger die hangende Schicht, desto leichter und schneller wird das Grundwasser diesem Winkel entsprechend abfließen, je mächtiger die hangende Schicht, desto schwieriger wird dasselbe der Erdoberfläche zu nahe treten. Ist nun aber die hangende Ablagerung nicht homogen, folgt z. B. der Grundwasser führenden Schicht eine Sand- oder Geröllschicht, welche dann von einer lehmigen Schicht überlagert wird, so wird das durch den porösen Sand leicht hindurchfließende Wasser an der Grenze des capillaren Lehms angelangt, einen Rückstau erfahren, und in Folge dessen, soweit dies die Lagerungsverhältnisse gestatten, hauptsächlich in der leichter durchdringbaren Sand- resp. Geröllschicht nach oben steigen. In ähnlicher Weise wird ein Rückstau des Grundwassers erfolgen, wenn das regelmäßige Einfallen der Grundwasser führenden Schicht durch Verwerfung gestört ist.

Ein weiterer Fall endlich liegt vor, wenn die undurchlassende Schicht nicht gleichmäßig nach einer Richtung einfällt, sondern eine Mulde bildet, es wird dann das Grundwasser von beiden Seiten nach abwärts fließen und in der Tiefe der Mulde in um so höherem Grade stagniren, je weniger ein zweites sogen. Nebengefälle vorhanden ist, wie dies z. B. in durch thonige Ablagerungen muldenartig ausgefüllten Spalten in der Richtung der Spaltenaxe auftreten kann. Je steiler der Einfallwinkel der beiden die Mulde bildenden Schichten, je geringer das secundäre Gefälle, je bindiger endlich die auflagernde Schicht ist, in desto höherem Maße wird dieselbe an Grundwasser leiden; denn es ist klar, daß eine grobkörnige Schicht, wenngleich das Grundwasser durch Druck leichter

in dieselbe hineingepreßt wird, dieselbe also leichter durchdringt, doch weniger durch Grundwasser leidet, weil dieselbe einen höheren Grad von Feuchtigkeit besitzen kann, ohne daß nachtheilige Folgen für die Vegetation eintreten und weil eine solche poröse Schicht das überschüssige Wasser auch leichter durch Verdunstung abgiebt.

Aus dem Gesagten dürfte zur Genüge hervorgehen, daß durch das Studium der Bodenbeschaffenheit einer Oertlichkeit auch die Grundwasserverhältnisse bis zu einem gewissen Grade erkannt werden, daß sich jedoch die Wirkungen der einzelnen hier in Frage kommenden Factoren nicht hinreichend genau ermitteln lassen, um a priori einen präcisen Ausdruck für den Grundwasserstand ableiten zu können.

Es frägt sich nun, ob ein derartig präciser Ausdruck auf empirischem Wege zu gewinnen ist. Das Grundwasser ist eingesickertes, auf unterirdischem Wege befördertes Tagewasser; je nach dem geologischen Bau kann dasselbe verschieden weite Strecken durchfließen, bevor es der Oberfläche so nahe kommt, daß es der Vegetation schädlich wird. Das Terrain, welchem das an einem bestimmten Punkte sich zeigende Grundwasser entstammt, kann also dem geologischen Bau entsprechend, verschieden groß sein. Dies zu beachten ist deswegen von Wichtigkeit, weil mit der Größe dieses Terrains selbstredend auch die Wassermasse steigt, welche als Grundwasser auftritt. Es tritt sogar der Fall ein, daß — besonders wenn der Untergrund felsig ist — aus dem Grunde Quellen entspringen, welche demnach Grundwasser aus erheblicher Ferne zuführen können.

Der Grundwasserstand ist außer von den besprochenen geologischen Bedingungen abhängig von der in der in Frage kommenden Oertlichkeit fallenden Regenmenge und dem Maße der Verdunstung; er ist daher in den gleichen Oertlichkeiten ein wechselnder je nach Jahrgängen und Jahreszeiten. Fällt in einem Jahre viel Regen und ist dabei die Temperatur eine niedrige, also der Verdunstung wenig günstige, so wird das Grundwasser an Menge zunehmen, und der Oberfläche näher kommen.

Bezüglich der Schwankungen des Grundwasserstandes in den einzelnen Jahreszeiten ist zu bemerken, daß in der Regel im Frühjahre gleich nach der Schneeschmelze in den Monaten April und Mai der höchste Grundwasserstand zu beobachten ist; obgleich in den meisten Oertlichkeiten des mittleren Deutschlands die größte Menge der Jahresniederschläge sich auf die Sommermonate vertheilen, so sinkt der Grundwasserstand doch in diesen Monaten erheblich, da in diesen Monaten auch die Verdunstung am stärksten ist. Der tiefste Grundwasserstand ist in der Regel in den Monaten September und October zu constatiren; hat auch mit der Abnahme der Temperatur die Intensität der

Verdunstung nachgelassen, so vertheilen sich bei uns auf diese Herbstmonate die geringsten Regenmengen des Jahresdurchschnittes; dann steigt der Grundwasserstand wieder mit der Zunahme der Niederschläge und der weiteren Abnahme der Verdunstung bis derselbe im nächsten Frühjahre zur Zeit der Schneeschmelze wiederum sein Maximum erreicht [1]).

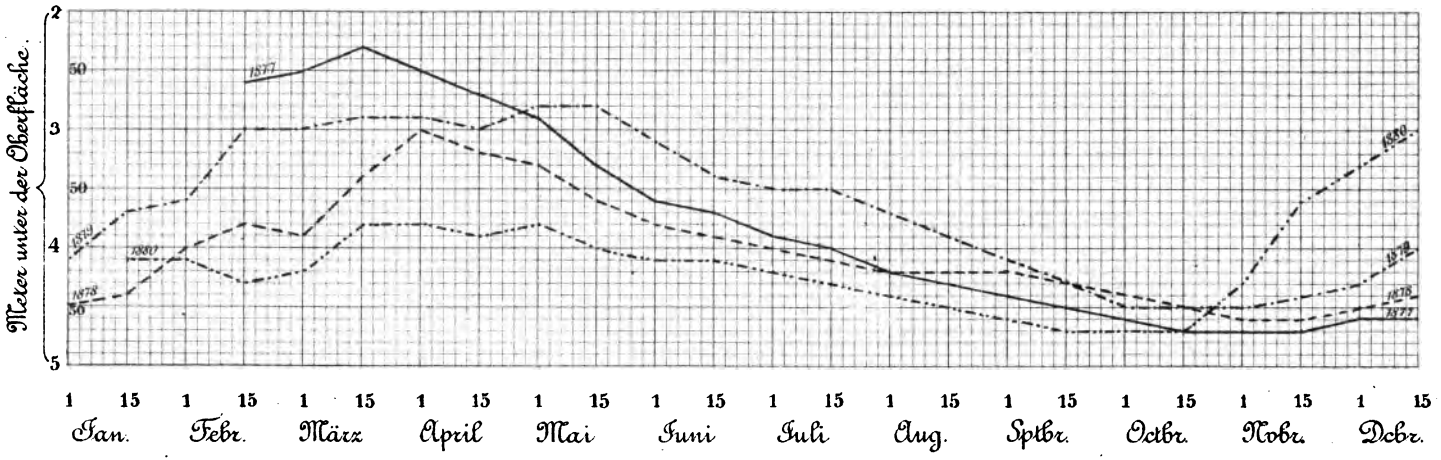
Im Garten des hiesigen landwirthschaftlichen Instituts sind in einem mit einer Steinplatte bedeckten Brunnen seit fast 5 Jahren täglich Messungen des Grundwasserstandes mittels Schwimmervorrichtung vorgenommen. Die Resultate sind bis jetzt noch nicht publicirt, und es wurde mir die Veröffentlichung derselben an dieser Stelle von Herrn Professor Drechsler gütigst gestattet.

Der Boden des Versuchsfeldes sowie des Gartens des Instituts ist altquartären Alters und localen Ursprungs: eine kalkhaltige Lehmschicht über einer Kies- resp. Geröllablagerung, die in der Keupermulde, welche bei Göttingen das Leinethal bildet, den Keuper bedecken. Die Brunnen des Instituts sind bis zu 6 Mtr. Tiefe abgeteuft; die auflagernde Lehmdecke wurde 3 Meter mächtig gefunden, der Kies ist nicht durchbohrt worden. In welcher Mächtigkeit derselbe die undurchlässigen Keuperschichten daselbst bedeckt, ist nicht genau zu constatiren, jedoch hält sich selbst der niedrigste bis jetzt constatirte Grundwasserstand noch in der Kiesschicht; der tiefste Wasserstand wurde im October 1880 4,8 Meter unter der Feldoberfläche beobachtet. Die beigefügte Tabelle giebt im Auszuge den beobachteten Grundwasserstand der letzten 4 Jahre von 1877 — 1880 incl. in vierzehntägigen Intervallen an. Die von Herrn Assistent Edler gezeichneten Curven, welche derselbe mir mit dankenswerther Bereitwilligkeit zur Benutzung überließ, veranschaulichen den Wechsel des Grundwasserstandes nach Jahrgängen und Jahreszeiten noch deutlicher. Man sieht, in welchen bedeutenden Grenzen der Grundwasserstand genau an derselben Stelle schwanken kann; der höchste Grundwasserstand wurde im März 1877 beobachtet: 2,2 Meter, der niedrigste im October 1880: 4,8 Meter, was eine Differenz von 2,6 Meter ergiebt. Auch das trockne; regenarme Frühjahr 1880 markirt sich deut-

---

1) Daß der Grundwasserstand, wie im Text angegeben, nach Jahreszeiten schwankt, läßt sich leicht an drainirten Feldern beobachten. Die Drains laufen am stärksten in den Frühlingsmonaten, in den Hochsommer- und Herbstmonaten dagegen liegen die Drains älterer Anlagen in der Regel trocken. Bei neuen Anlagen laufen allerdings die Drains nicht selten ein oder mehrere Jahre continuirlich bis das vorher angesammelte Grundwasser fortgeschafft ist. Allerdings finden sich ausnahmsweise Drains, welche eine lange Reihe von Jahren hindurch continuirlich laufen, z. B. der 7 Fuß tief liegende Drainstrang des Herrn Mechi in Tiptree-Hall, Essex (England).

Schwankungen
des Grundwasserstandes
beobachtet im Garten des landwirthschaftlichen Instituts zu Göttingen in den Jahren 1877 bis 1880 incl.



Paul Geifsler, Kunstwerkstatt, Berlin.

Verlag von Paul Parey in Berlin

zu Seite 58.

lich durch seinen für diese Jahreszeit außergewöhnlich niedrigen Grundwasserstand.

Grundwasserstand

im Garten des landwirthschaftlichen Instituts Göttingen in den Jahren 1877—1880 incl., in 14tägigen Intervallen.

(Auszug aus den vorliegenden täglichen Beobachtungen).

Die Zahlen geben die Höhe des Grundwasserspiegels unter der Bodenoberfläche in Metern an.

Jahrgang	Januar		Februar		März		April		Mai		Juni		Juli		August		September		October		November		December	
	1	15	1	15	1	15	1	15	1	15	1	15	1	15	1	15	1	15	1	15	1	15	1	15
1877	—	—	—	2,60	2,53	2,21	2,57	2,72	2,96	3,31	3,62	3,75	3,94	4,08	4,26	4,32	4,43	4,51	4,60	4,70	4,74	4,74	4,67	4,61
1878	4,57	4,41	4,00	3,89	3,90	3,39	3,06	3,20	3,39	3,61	3,80	3,95	4,01	4,14	4,27	4,27	4,27	4,32	4,43	4,53	4,63	4,66	4,58	4,46
1879	4,16	3,70	3,68	3,00	3,20	2,95	2,94	3,08	2,84	2,85	3,38	3,46	3,55	3,56	—	—	—	—	4,50	4,57	4,50	4,46	4,31	4,28
1880	—	4,10	4,17	4,30	4,22	3,82	3,84	3,99	3,80	4,04	4,12	4,18	4,26	4,39	4,47	4,50	4,61	4,71	4,79	4,79	4,30	3,64	3,35	3,60

Die vorangeschickten Beobachtungen und Auseinandersetzungen dürften genügen, darzulegen, daß der Grundwasserstand kein constanter ist. Bedenken wir nun, daß die Beobachtungszeit, welche für die Bonitirung und Kartirung einer bestimmten Oertlichkeit zur Disposition steht, eine beschränkte ist, so werden wir uns gestehen müssen, daß wir den beobachteten Grundwasserstand nicht als den normalen anzusehen und in diesem Sinne zu verallgemeineren berechtigt sind. Im Allgemeinen werden wir schließen dürfen, daß der im Herbst gefundene Grundwasserstand der niedrigste, der im Frühjahr gefundene der höchste ist; daneben ist aber in Erwägung zu ziehen, daß derselbe auch nach Jahrgängen wechselt.

Für Bodenuntersuchungen wird es stets wünschenswerth sein, die Lagerungsverhältnisse bis zu der grundwasserführenden Schicht festzustellen; in der Regel wird sich dann aus den Lagerungs- und Reliefverhältnissen der relative Grundwasserstand bereits ergeben.

Was aber gerade die Herstellung guter Bodenkarten vielfach erschwert, ist die Mangelhaftigkeit der erforderlichen Grundlagen. Die geologische Landesaufnahme ist noch nicht soweit vorgeschritten, daß geologische Detailuntersuchungen, wie sie als Grundlage für Specialbodenkarten wünschenswerth sind in den meisten Fällen vorliegen; so mußte ich die agronomische Aufnahme des Ritterguts Linden auf Grund der Ewald'schen Uebersichtskarte der Provinz Sachsen und angrenzenden Braunschweig'schen Landestheile[1]) (Maßstab $^1/_{100000}$) vornehmen. Es standen mir also für die Kartirung von Linden nicht so detaillirte geologische Untersuchungen zur Disposition wie für die Kartirung von Crimderode. Außerdem finden sich in den Flurkarten nicht selten Unrichtigkeiten und specielle Reliefkarten liegen in der Regel gar nicht vor und konnte ich solche bisher in wünschenswerther Ausführlichkeit auch nicht beschaffen.

Herr Landesökonomierath Kaufmann hat auf seinem Gute die wichtigsten Höhenpunkte festlegen lassen. Dieselben sind allerdings auf eine willkürliche Höhe, nämlich „Normalwasserstand der Ocker" bei dem in der Karte angegebenen Punkte x bezogen. Da es mir nicht möglich war, diesen Wasserstand auf einen bestimmten Pegel zurückzuführen, so bin ich nicht in der Lage die absoluten Höhen der festgelegten Punkte anzugeben, indessen behalten die Zahlen ihren relativen Werth, welches für die vorliegenden Zwecke der wichtigste ist. Obgleich freilich ein ausführlicheres Nivellement die Reliefverhältnisse noch deutlicher zur Anschauung bringen würde, so glaube ich doch, daß bereits durch Marki-

1) Die geologische Kartirung des Braunschweigischen Gebietes ist auf Grund der bekannten Strombeck'schen Karte erfolgt.

rung der festgelegten Höhenpunkte und der Wasserläufe ein verständliches Bild der Reliefverhältnisse geliefert ist. Für die Specialkarte wird aus den gelieferten Daten und die Ergänzung derselben durch den erläuternden Text ein Verständniß über die Grundwasserverhältnisse, soweit dies allgemeingültig zu gewinnen ist, leicht erlangt werden. Tritt das Grundwasser der Oberfläche dauernd so nahe, daß die Beseitigung [1]) desselben wünschenswerth erscheint, so werden Karte und Erläuterungen Anhalte gewähren, ob und wie dasselbe zu beseitigen ist.

Schließlich möge noch eine Bemerkung bezüglich des Maßstabes hier Platz finden. Wie ich bereits an früherer Stelle [2]) ausgesprochen, ist es wenigstens zur Zeit nicht möglich, sich für einen bestimmten Maßstab zu entscheiden, welcher für sämmtliche agronomische Aufnahmen als der zweckmäßigste hingestellt werden könnte; es wird sich vielmehr, je nachdem die geologische Beschaffenheit der in Frage kommenden Oertlichkeit complicirter oder einfacher sich gestaltet, ein größerer oder kleinerer Maßstab empfehlen.

Bezüglich kartographischer Aufnahmen einzelner Landgüter mag noch bemerkt werden, daß von den Interessenten gewöhnlich ein größerer Maßstab gewünscht wird, als für Publicationszwecke erforderlich ist. Es dürfte sich daher empfehlen derartige agronomische Specialkarten im Maßstab $^1/_{2500}$ aufzunehmen und dieselben für die Veröffentlichung entsprechend zu verkleinern.

Zur Veröffentlichung der Karte von Crimderode schien mir, in Anbetracht der complicirten Bodenverhältnisse im nördlichen Theile des Ritterguts, der Maßstab $^1/_{5000}$ erforderlich; sind die Bodenverhältnisse einfacher, so kann auch selbstverständlich, unbeschadet der Genauigkeit der Darstellung, ein kleinerer Maßstab gewählt werden. Ich halte daher den Maßstab von $^1/_{12500}$, welchen Laufer [3]) für die seiner auch vom agronomischen Gesichtspunkte aus vorzüglichen Bearbeitung „des Babelsberges" beigegebenen Karte gewählt hat, den Bodenverhältnissen entsprechend für vollkommen ausreichend.

Auch für die vorliegende agronomische Karte des Ritterguts Linden scheint mir in Anbetracht der einfacheren Bodenverhältnisse der gewählte Maßstab $^1/_{10000}$ zu genügen. Bezüglich der Art der Darstellung verweise ich auf die der Karte von Crimderode beigegebenen Erläuterungen.

1) Für Ländereien, welche als Ackerland genutzt werden, ist Entwässerung geboten, wenn das Grundwasser dauernd der Oberfläche näher als 1 Meter kommt.

2) Die agronomische Bodenuntersuchung und Kartirung auf naturwissenschaftlicher Grundlage. Berlin 1879. S. 95 und 96.

3) Der Babelsberg. Geognostisch und pedologisch bearbeitet von Dr. E. Laufer; im Jahrbuch der Königl. preuß. geologischen Landesanstalt für 1880 S. 294 fg.

Die Bodenverhältniſſe des Ritterguts Linden.

Auf dem Rittergut Linden finden ſich folgende Formationen:

1) die Kreideformation und zwar Schichten des Gault und des Turon, während das dem geologiſchen Alter nach zwiſchen beide Gruppen geſtellte Cenoman daſelbſt nicht vertreten iſt;
2) Altquartär (nordiſches Diluvium);
3) Jungquartär (alluviale Flußabſätze).

Nach den geologiſchen Uebrrſichtskarten von v. Strombeck und Ewald iſt auf dem ſüdlichen Theile des Gutes auch der mittlere Lias (Zone des Am. amaltheus) in geringer Verbreitung anſtehend. Auf dem Meeſchefelde Schlag V wurde auch ein röthlich grauer Thon unter Diluviallehm in etwa 100—150 Cm. Tiefe erbohrt, welcher vielleicht als Amaltheenthon des mittleren Lias zu bezeichnen wäre. Da jedoch in dem nicht zu Tage tretenden Thone Verſteinerungen, welche das Alter genau beſtimmen ließen nicht gefunden wurden, ſo wurde derſelbe in den Profilen mit den graublauen und hellbraunen Thonen des Gault zuſammengezogen, von denen er petrographiſch nicht zu unterſcheiden iſt; denn es erſchien mir nicht angebracht, eine Unterſcheidung vorzunehmen, deren Richtigkeit vom geologiſchen Standpunkte nicht bewieſen werden konnte und welche vom agronomiſchen Geſichtspunkte aus irrelevant iſt.

Im übrigen ſind zweifellos Thone des Gault die tiefſten Schichten, welche in Linden bodenbildend auftreten; und zwar gehören dieſelben theils dem unteren (Speeton Clay), theils dem oberen Gault an; denn es wurden Belemnites Brunswicensis und Belemnites minimus in denſelben gefunden[1]).

Ihrer mechaniſchen Zuſammenſetzung nach ſind die Thone ſämmt-

1) Die gefundenen Leitfoſſilien ſind mit typiſchen Exemplaren der Sammlung des Herrn Dr. Kloos verglichen. — Die Sammlung des geolog. Muſeums hieſige Univerſität konnte leider nicht benutzt werden, da die Profeſſur für Geologie zur Zeit als die Beſtimmungen der Leitfoſſilien vorgenommen wurden, nicht beſetzt und daher die Sammlung geſchloſſen war.

lich sehr bindiger Natur; sie würden dem agronomischen Klassifications-systeme entsprechend in die Gruppe der extremen Thonböden einzureihen sein. Wie die beigefügten Analysen ergaben, beträgt der Gehalt an feinsten Theilen 65—75 %. Gröbere Gemengtheile über 4 Mm. Korngröße fehlen fast gänzlich, so daß Roh- und Feinboden meist identisch ist; nur in der Probe, welche in 30 Cm. Tiefe der nordöstlichen Ecke des Meeschefeldes, Schlag I, entnommen wurden, finden sich über 1 % gröbere Gemengtheile, welche hier dem auflagernden Diluvium entstammen, während in den anderen untersuchten Vorkommen die gröberen Einschlüsse meist concretionärer Natur oder Thonschieferfragmente sind.

Der anstehende Thon ist früher zweifellos vollständig von Diluvialablagerungen überdeckt gewesen, wie dies aus allerdings nur spärlichen Resten zu schließen ist, die sich noch hin und wieder auf den Thonkuppen finden. So findet sich auf der Thonkuppe auf dem Buschfelde strichweise ein schwarzer bituminöser Thon mit einem Cgehalt von 1,056 % (= 1,823 % Humus mit 58 % C), welcher als gröbere Gemengtheile zweifellos nordischen Sand einschließt. Mit Ausnahme dieser bituminösen Einlagerungen haben die Thone sämmtlich einen erheblichen Kalkgehalt[1]). In der folgenden Tabelle ist die mechanische Zusammen-

1) Ein guter Aufschluß von Gaultthon findet sich bei dem etwa 1 Meile nordöstlich von Linden gelegenen Dorfe Ahlum, woselbst der Thon zum Zwecke der Ziegelfabrikation gewonnen wird. Der Thon ist daselbst von einer Diluvialmergeldecke überlagert, welche bezüglich ihrer Mächtigkeit zwischen 1 bis 3 Meter schwankt und sich durch zahlreiche erratische Blöcke als echtes nordisches Diluvium ausweist. Unter der Diluvialdecke findet sich eine etwa 1 Meter mächtige gelbe Thonschicht, das Liegende derselben bildet ein zäher blaugrauer Thon, welcher 10 Meter tief aufgeschlossen ist. Beide Thone schließen Am. Brunswicensis in zahlreichen Exemplaren ein; der graublaue Thon enthält außerdem zahlreiche Gypsausscheidungen und neigt zu einer schieferigen Absonderung. An der Luft erhärtet er und nimmt eine thonschieferartige Beschaffenheit an, zerfällt jedoch wieder, wenn er dem Frost ausgesetzt wird; deswegen wird der Thon bereits im Herbst gefördert, um im folgenden Sommer, durch den Winterfrost gemürbt, verarbeitet zu werden. Beide Thone werden dann gemischt verarbeitet, und obgleich besonders der gelbe einen namhaften Kalkgehalt aufweist, wird doch ein gutes Fabrikat gewonnen. Die mechanische Zusammensetzung des Profils ist die folgende:

Körnelung in Mm.	Diluviallehmmergel 1—3 Meter mächtig	Gelber Thon 1 Meter mächtig	Graublauer Thon
Feinboden %	100	100	100

setzung, ferner soweit solche vorhanden, Gehalt an Humus und kohlensaurem Kalk aufgeführt, auch die Absorptionscoëfficienten für N und P_2O_5 (die Stoffmenge in Mgr., welche 100 Grm. Feinerde aus der doppelten Menge einer $^1/_{10}$ atomigen Salmiak- resp. $^1/_{100}$atomigen Phosphat-Lösung in 24 Stunden absorbirten) sind für die drei Thonvorkommen, für welche dieselben bestimmt sind, angegeben[1]).

Der Feinboden ist zusammengesetzt:

Körnelung in Mm.	Diluviallehmmergel 1—3 Meter mächtig	Gelber Th 1 Meteron mächtig	Graublauer Thon
4 —3	—		—
3 —2	—	—	0,302
2 —1,5	0,012	—	0,164
1,5 —1	0,014	0,030	0,036
1 —0,5	0,144	0,042	0,080
0,5 —0,25	2,114	0,164	0,310
0,25—0,1	2,200	0,230	0,474
0,1 —0,05	17,938	1,504	2,324
0,05—00,1	52,214	10,624	11,470
unter 0,01	23,664	88,514	84,828
In der Feinerde: an alkalische Erden gebundene CO_2	1,230	4,250	0,200
entspricht $CaOCO_2$	2,796	9,660	0,455

1) In den Tabellen sind zumeist nur die direct ermittelten Absorptionscoëfficienten der Feinerden aufgeführt. Die meisten Böden enthalten jedoch gröbere Gemengtheile nicht in dem Maße, daß die Coëfficienten durch Umrechnung auf Roh- und Feinböden wesentlich verändert werden. Es mag außerdem auf die Tabelle S. 42 verwiesen werden, in welcher die Coëfficienten wie sie sich für Rohboden, Feinboden und Feinerde stellen, aufgeführt sind.

Körnelung in Mm.	Buschfeld, schwarzer humoser Thon in 50 Cc. Tiefe	Buschfeld, grauer Thon in 50 Cc. Tiefe	Buschfeld, braungelber Thon unter Lehm in 45—50 Cm. Tiefe	An der Harzbahn, graublauer Thon in 5 Meter Tiefe	Meischefeld I, grauer Thon in 30 Cm. Tiefe	Meischefeld IV, weißer Thon in 10—20 Cm. Tiefe.	Marktwegfeld V, röthlicher Thon (Lias?) unter Lehmmergel in 150 Cm. Tiefe
über 10	1,3	—	—	—	0,18	—	0,3
10 —8	—	—	—	—	0,18	—	—
8 —6	—	—	—	—	0,40	—	0,2
6 —4	0,07	—	—	—	0,35	—	0,13
Summa	1,37	—	—	—	1,11	—	0,63
Feinboden %	98,63	100,00	100,00	100,00	98,89	100,00	99,37

Der Feinboden besteht aus:

4 — 3	0,242	—	0,050	0,100	0,308	1,796	0,476
3 — 2	0,148	0,170	0,088	0,018	0,550	2,422	0,158
2 — 1,5	0,274	0,072	0,074	0,052	0,920	1,310	0,242
1,5 — 1	0,604	0,138	0,378	0,264	1,246	0,992	0,424
1 — 0,5	1,730	0,342	0,562	0,924	1,610	1,250	1,480
0,5 — 0,25	6,602	0,856	6,112	4,374	4,650	1,950	7,894
0,25— 0,1	5,096	7,066	2,048	3,258	3,564	2,234	5,898
0,1 — 0,05	6,538	7,390	4,694	8,104	8,822	4,912	7,790
0,05— 0,01	16,794	14,102	13,712	13,664	17,970	9,078	10,086
unter 0,01	60,242	66,442	72,222	65,560	60,604	75,046	64,256

Die lufttrockene Feinerde enthält %:

An alkalische Erden gebundene CO_2	—	10,060	0,140	5,620	0,680	22,750	6,300
entspricht $CaO\,CO_2$	—	22,866	0,318	12,774	1,545	51,710	14,319
C in Form von Humus	1,056	—	—	—	0,684	—	—
entspricht Humus (mit 58 % C)	1,823	—	—	—	1,180	—	—
hygroscop. H_2O	5,577	3,931	—	—	4,771	—	—
Glühverluß (excl. hygroscop. H_2O)	5,716	14,510	—	—	5,010	—	—
Absorptionscoëfficient für P_2O_5	162,56	206,08	—	—	152,32	—	—
Absorptionscoëfficient für N	145,94	110,12	—	—	156,64	—	—

Die Thone des Gault treten nur an wenigen Punkten der Feldmark Linden zu Tage; ihre Hauptverbreitung als anstehende Schicht haben sie um die beiden festgelegten Höhenpunkte herum auf dem Maiberge (Marktwegfeld) und im Buschfelde, von letztgenanntem Felde verbreiten sie sich weiter in das Bauernfeld. Sie werden dann von Diluvial-Kies und Sand seltener direct vom Lehm überlagert und treten an der Basis des Diluviums dessen Liegendes sie bilden da an einzel-

nen Punkten zu Tage, wo die Reliefverhältnisse steiler werden, so an der nordöstlichen Grenze des Meeschefeldes Schlag I; namentlich aber im Meeschefelde Schlag IV, wo sich in Folge von Erosionen die Diluvialablagerungen ziemlich steil in das Thal der Altenau hinabsenken.

Im Allgemeinen fallen die Thone in der Richtung von Osten nach Westen allmählich ein; die auflagernden Diluvialschichten nehmen nach Westen hin an Mächtigkeit etwas zu. Wie die Profile zeigen ist der Thon in 1 bis 3,5 Meter Tiefe unter der Diluvialdecke erbohrt; ihre größte Mächtigkeit erlangt die Diluvialdecke an der Verbreiterung des Einschnittes der Harzbahn, wo ich den Thon 5 Meter unter der Feldoberfläche constatiren konnte.

Nur in geringer Verbreitung lagert der Flammenmergel in der Feldmark Linden den Thonen des Gault auf, an dem Wege, welcher das Meeschefeld westlich begrenzt steht derselbe an der Böschung des höher gelegenen Feldes etwa 1,5—2 Meter unter der Feldoberfläche an; er keilt dann wenige Schritt östlich in derselben aus; fällt also ebenfalls von O. nach W. ein.

Die grauen Schiefer mit Thoneinlagerungen, welche sich durch das Vorkommen der Avicula gryphaeoides als Flammenmergel documentirten [1]), liefern bei ihrer leicht vor sich gehenden Verwitterung einen grauen mergeligen Thon folgender Zusammensetzung:

Korngröße			%
4	—3	Mm.	0,166
3	—2	„	0,180
2	—1,5	„	0,542
1,5	—1	„	0,454
1	—0,5	„	0,966
0,5	—0,25	„	3,642
0,25	—0,1	„	2,950
0,1	—0,05	„	10,178
0,05	—0,01	„	20,378
unter 0,01		„	60,936

6,7 % CO_2 entspr. 8,529 % CaO entspr. 15,229 % $CaOCO_2$.

Wegen seiner geringen Verbreitung ist der Flammenmergel für die Bodenausbildung der Feldmark Linden auch nicht von erheblicher Bedeutung.

Im Norden werden die Gaultschichten überlagert von dem Turon zuzurechnenden rothen und weißen Plänern, welcher sich durch das Auftreten von Galerites conicus, besonders aber von Inoceramus Bron-

1) Auch eine nicht weiter bestimmbare Pectenspecies wurde in denselben gefunden.

giarti in zahlreichen Exemplaren als Brongiartipläner erwies. Derſelbe ſteht öſtlich der Gutsländereien an, tritt auf dem Gebiete der Karte nur an wenigen Punkten auf dem Stadtfelde an der Wolfenbütteler Chauſſee gegenüber der Windmühle der Feldoberfläche nahe und bildet für den ſüdöſtlichen Theil des Stadtfeldes ebenfalls nach Weſten hin einfallend den Untergrund, bleibt jedoch mindeſtens 1 Meter, meiſt 2 Meter und darüber von Diluvial- oder Alluviallehm bedeckt. In den Plänerkalken finden ſich nur untergeordnet ſchwache thonige Einlagerungen; im Allgemeinen iſt der Grund als felſiger Untergrund zu bezeichnen, größtentheils beſtehend aus kohlenſaurem Kalk. Es wurden im Plänerkalk 39,55 % CO_2 entſprechend 89,897 % $CaOCO_2$ gefunden.

Soweit die Kreidebildungen nicht anſtehen, werden dieſelben zum größten Theil von Diluvium überlagert mit Ausnahme der ſüdlichen und weſtlichen Grenze der Feldmark, wo alluviale Anſchwemmungen der Altenau und der Ocker bodenbildend auftreten.

Das Diluvium iſt nordiſchen Urſprungs, es finden ſich Kreidebryozoen, Feuerſteinſplittern und erratiſche Eruptivgeſteine in den Sanden; jedoch iſt daſſelbe nicht ſo typiſch entwickelt wie in der norddeutſchen Ebene; es iſt nicht nur von geringerer Mächtigkeit und weniger mannigfaltig differenzirt, ſondern es iſt auch durch Einſchwemmung von Material aus den in der Nachbarſchaft anſtehenden Formationen, ſowie auch von Harzgeröllen der rein nordiſch-diluviale Typus verwiſcht.

Am beſten iſt das Diluvium an der Verbreiterung des Eiſenbahneinſchnittes an der Harzbahn aufgeſchloſſen, es erreicht daſelbſt auch die größte Mächtigkeit in der Lindner Feldmark, nämlich eine Mächtigkeit von 5 Mtrn. Es wurde daſelbſt von oben nach unten folgende Schichtenfolge beobachtet:

I.	Lehm (Kulturſchicht)	25—100 Cm.	500 Cm.
II.	Sandmergel mit eingelagerten Mergelgallen	50—120 Cm.	
III.	Sand und Kies mit eingelagerten Lehmmergelneſtern in verſchiedener Weiſe wechſellagernd	etwa 350 Cm.	
IV.	Thon des Gault.		

Von der Wechſellagerung der Schichtengruppe III giebt die folgende locale Meſſung ein Bild. Es folgen daſelbſt:

1) ein Mergelneſt 3 Meter lang 25 Cm.
2) feiner Sand kalkarm . . . 15—20 Cm.
3) Kies, Bryozoen einſchließend . 30 Cm.
4) feiner Sand, kalkhaltig . . 100—200 Cm.
5) Kies.

Darunter in in Summa 5 Meter Tiefe Thon.

Die mechanischen Analysen und der Kalkgehalt der wichtigsten Schichten dieses Profils sind in folgender Tabelle zusammengestellt.

Körnelung in Mm.	Kulturschicht Lehm 25 resp. 100 Cm. mächtig	Sandmergel unter Lehm 50 resp. 120 Cm. mächtig	Mergelnest im Diluvialsand und Kies in etwa 150 Cm. Tiefe	Feinkörnige Diluvialsande in 200 Cm. Tiefe	Feinkörnige Diluvialsande in 400 Cm. Tiefe	Diluvialkies Bryozoen führend in 300 Cm. Tiefe
über 10	0,15	0,31	5,65	1,61	0,79	12,50
10 —8	—	0,04	3,60	0,08	—	3,07
8 —6	0,02	—	5,10	0,72	0,11	6,50
6 —4	0 08	0,20	6,00	0,52	0,21	6,97
Summa Steine %	0,25	0,55	20,35	2,93	1,11	29,04
Feinboden %	**99,75**	**99,45**	**79,65**	**97,07**	**98,89**	**70,96**
Der Feinboden besteht aus:						
4 —3	—	0,164	8,368	0,372	—	6,530
3 —2	0,052	0,374	8,784	0,342	0,112	7,298
2 —1,5	0,366	0,468	7,062	0,488	0,160	6,080
1,5 —1	1,066	0,794	8,308	0,502	0,384	14,352
1 —0,5	4,520	28,176	15,356	12,466	3,506	26,360
0,5 —0,25	21,322	20,768	24,422	82,042	83,420	26,404
0,25—0,1	4,852	—	5,688	1,354	3,792	1,678
0,1 —0,05	10,846	30,012	4,476	0,584	1,834	2,062
0,05—0,01	33,742	9,038	3,032	0,278	0,758	1,498
unter 0,01	21,968	10,508	15,252	1,154	5,432	6,478
Die Feinerde enthält:						
CO_2 an alkalische Erden gebunden	—	4,850	7,300	0,630	1,220	1,540
entspricht $CaOCO_2$	—	11,024	16,593	1,232	2,773	3,500
organisch gebundener C	0,712	—	—	—	—	—
entspricht Humus (mit 58 % C)	1,229	—	—	—	—	—

Die Schichten des Diluviums fallen in gleicher Weise wie die älteren Schichten von NO. nach SW. ein. Der Diluvialkies tritt nur in der Mitte der Feldmark auf dem Meeschefelde zu Tage; es zeichnet sich der dies Feld durchziehende lehmige Kiesrücken stets durch einen weniger guten Stand der Saaten der übrigen Feldfläche gegenüber nachtheilig aus; besonders bei Anbau von Hackfrüchten markirt sich der Kiesrücken deutlich. Jedoch ist das Bodenmaterial, wenn auch nicht so vorzüglich wie der Diluviallehm, keineswegs ein unfruchtbares zu nennen.

Die mechanische Analyse von zwei Kiesproben, welche dem Meeschefelde, Schlag IV entnommen wurden lieferte folgendes Resultat:

Körnelung in Mm.	Kies I %	Kies II %
über 10	17,70	12,61
10—8	3,17	2,18
8—6	4,50	3,96
6—4	4,99	3,80
Summa Steine	30,36	22,55
Feinboden	**69,64**	**77,45**

Der Feinboden besteht aus:

4 —3	6,128	1,914
3 —2	7,834	2,964
2 —1,5	7,442	2,962
1,5 —1	6,600	3,466
1 —0,5	9,910	6,886
0,5 —0,25	14,744	20,550
0,25—0,1	4,066	5,550
0,1 —0,05	5,940	9,690
0,05—0,01	22,752	25,080
unter 0,01	14,830	21,678

Die weitere Untersuchung der Feinerde ergab:

	Kies I %	Kies II %
Hyproscopisches Wasser . . .	1,294	1,642
Glühverlust excl. hygrosc. H_2O	3,473	3,743
C in Form von Humus . .	0,746	0,756
$CaOCO_2$	1,682	2,318
Absorptionscoëfficient für P_2O_5	103,68	111,36
" " N	66,00	65,12

Die Qualität der Feinerde dieses Kieses ist demnach eine nicht weniger günstige als die der Feinerde der Lehme; allerdings beträgt der Feinerdegehalt von Kies I nur 62,33 % des Feinbodens und 43,40 % des Rohbodens, der von Kies II 82,55 resp. 63,93 %; dementsprechend ergeben sich als Absorptionscoëfficienten:

	Kies I.		Kies II.	
	Rohboden	Feinboden	Rohboden	Feinboden
Absorptionscoëfficient für P_2O_5	45,005	64,625	71,201	91,952
" " N	28,649	41,139	41,636	53,760

Immerhin dürfte der für die Rohböden berechnete Absorptionscoëfficient ein höherer sein als er sich in manchen lehmigen Sanden und sandigen Lehmen des norddeutschen Diluvium findet.

Bedenken wir außerdem, daß die Kiesablagerung kaum über 1 Meter mächtig den Gaultthonen auflagert, so resultirt daraus, daß dies Bodenmaterial zum Getreidebau besonders aber zum Anbau von Leguminosen wohl geeignet ist.

Die Diluviallehme zeichnen sich besonders dadurch aus, daß der Typus derselben durch Vermischung mit Material aus der Nachbarschaft anstehenden Formationen verwischt ist. Am meisten entsprechen dem Typus der norddeutschen Diluviallehme die dem Diluvial-Kies auflagernden Lehme, welche im Meeschefelde anstehen. Neben einem dem Durchschnittslehmtypus entsprechenden Gehalten an feinsten Theilen[1]) sind die Lehme reich an Staub, einem in der Regel günstigem Bodengemengtheil, außerdem enthalten dieselben feine und mittelkörnige Sande in nicht unerheblicher Menge, wie dies die folgenden mechanischen Analysen veranschaulichen.

1) Vgl. Fesca, Bodenuntersuchung und Kartirung auf naturwissenschaftlicher Grundlage S. 64 ff. — Wie aus den Analysen der Lindener Diluviallehme hervorgeht, zeigen dieselben vielfach einen lößartigen Character, wie dies da, wo das nordische Diluvium von den älteren Formationen begrenzt wird häufiger der Fall ist (z. B. bei Halle a. d. Saale). Die früher herrschende Ansicht, daß sich nördlich des Harzgebirges echter Löß nicht mehr fände, dürfte hinreichend widerlegt sein durch die Auffindung der Lößablagerung bei Thiede. Auch am Oeselberge südlich der Feldmark Linden habe ich echten Löß auf Muschelkalk gefunden, dessen mechanische Zusammensetzung ich folgen lasse:

Körnelung in Mm.	%
2 —1,5 —	0,070
1,5 —1 —	0,138
1 —0,5 —	0,274
0,5 —0,25 —	3,330
0,25—0,1 —	10,374
0,1 —0,05 —	14,324
0,05—0,01 —	41,736
unter 0,01 —	30,916
an alkalische Erden gebunden CO_2 —	5,075
entspricht $CaOCO_2$ —	11,535

Abrundung in Mm.	Meesche I N.		Meesche I S.					Meesche III	Meesche IV S.	Meesche IV SO.		Meesche V			
	15—40 Cm.	40—70 Cm.	—20 Cm.	20—40 Cm.	40—60 Cm.	60—80 Cm.	200 Cm.	50—60 Cm.	50—60 Cm.	50 Cm.	130 Cm.	15—25 Cm.	80— 100 Cm.	150 Cm.	230 Cm.
über 10	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
10 —8	—	—	—	—	0,09	—	0,10	—	—	—	—	—	—	0,18	—
8 —6	—	—	—	0,70	0,09	0,08	—	—	0,025	—	0,08	—	—	0,05	—
6 —4	—	—	—	0,13	0,17	0,17	—	—	0,045	—	—	—	—	0,04	0,03
Summa Steine	—	—	—	0,20	0,35	0,25	0,10	—	0,07	—	0,08	—	—	0,27	0,03
Feinboden	100,00	100,00	100,00	99,80	99,65	99,75	99,9	100 00	99,93	100,00	99,92	100,00	100,00	99,73	99,97
Der Feinboden ist zusammengesetzt:															
4 —3	0,064	—	0,034	0,282	0,432	0,806	0,028	—	—	0,324	0,156	—	—	—	—
3 —2	0,224	0,042	—	0,138	0,612	1,052	0,184	0,606	0,132	0,056	0,346	0,074	—	0,030	0,020
2 —1,5	0,372	0,204	0,128	0,458	0,986	1,748	0,288	1,524	0,142	0,120	0,294	0,070	0 026	0,102	0,086
1,5 —1	0,662	0,286	0,722	1,002	1,804	3,464	2,636	2,626	0,338	0,176	0,776	0,250	0,082	0,698	0,146
1 —0,5	2,410	0,786	4,592	4,574	7,300	9,112	9,256	8,300	1,5 8	0,586	3,728	1 034	0,524	2,410	1,138
0,5 —0,25	11,506	4,980	21,820	19,086	31,236	32,310	36,822	20,318	15,016	4,028	21,652	7,452	6,672	25,524	17,232
0,25—0,1	4,840	1,694	7,306	6,728	6,360	9,434	9,276	13 506	12,418	2,046	10,694	4,214	2,316	8,182	10,564
0,1 —0,05	9,938	15,340	10,400	10,680	11,310	12,328	10,554	15,588	17,464	9,906	13,424	10,038	11,566	15,944	17,200
0,05—0,01	40,746	43,332	29,120	35,822	16,608	11,682	20,048	17,532	35,256	45,720	33,360	48,114	39,948	31,186	36,624
unter 0,01	28,952	33,610	25,710	21,756	22,798	17,420	12,612	19,826	18,646	37,516	16,290	28,320	39,830	16,352	17,062

Diese der Wassercirculation günstige mechanische Zusammensetzung ist bereits deshalb besonders werthvoll, weil diese Lehme, wie dies Profil V veranschaulicht in 2—4,5 Meter Tiefe von bindigen, zähen Gaultthonen unterlagert werden.

Daß die Zusammensetzung nicht nur mechanisch, sondern auch stofflich eine günstige ist, läßt bereits der petrographische Bestand der gröberen Gemengtheile schließen, denen Feldspathe und Amphibolithe in Gesteinsbrocken theils nordischen, theils hercynischen Ursprungs in erheblicher Quantität beigemengt sind; ferner zeigen dies analytische Bestimmungen ausgeführt in feinerdigen Gemengtheilen. Die Lehme sind zwar nicht durchgehends, doch an zahlreichen Stellen mergelig, die Ackerkrume zeigt einen entsprechenden Humusgehalt, auch das Absorptionsvermögen für Phosphorsäure und Stickstoff ist ein namhaftes. In der folgenden Tabelle sind Kalk- und Humusbestimmungen sowie Bestimmungen der Absorptionscoëfficienten zusammengestellt.

In der lufttrockenen Feinerde ist enthalten %.

	Meesche I, N.	Meesche I, S.		Meesche III	Meesche IV, S.	Meesche IV, SO.	Meesche V		
	15—40 Cm.	— 20 Cm.	20—40 Cm.	50—60 Cm.	50—60 Cm.	130 Cm.	15—25 Cm.	150 Cm.	230 Cm.
An alkalische Erden gebundene CO_2	—	—	—	—	3,650	2,880	—	1,600	4,852
Entspricht $CaO\,CO_2$	—	—	—	—	8,269	6,546	—	3,637	11,030
Organisch gebundener C	0,229	0,519	0,065	—	—	—	0,207	—	—
Entspricht Humus (mit 58 % C)	0,395	0,895	0,113	—	—	—	0,358	—	—
Hygroscop. H_2O	1,669			3,045	3,085				
Glühverlust excl. hygr. H_2O	2,852			2,312	2,718				
Absorptionscoëfficient für P_2O_5	88,32			99,84	126,72				
Absorptionscoëfficient für N	80,44			106,84	120,32				

Bereits so sandreich, daß ich sie als sandigen Lehm bezeichnet habe, ist die Lehmdecke, welche die Ackerkrume der kleinen Parzelle des Meeschefeldes III[b] westlich der Harzbahn bildet. Dieselbe verdankt ihren sandigen Character zum großen Theil der Vermischung mit Diluvialkies, welcher, wie bereits an früherer Stelle bemerkt, daselbst seine größte Mächtigkeit erreicht, z. Th. mag derselben auch wohl schon, wenigstens an der Westgrenze Ockerkies beigemengt sein, welcher daselbst den Untergrund bildend aufgeschlossen ist. Der Ockerkies lagert hier dem Diluvialkies auf; die genaue Grenze ist der Lehmdecke wegen schwer zu ziehen; jedenfalls ist die kleine Parzelle zum bei weitem größten Theile diluvialen Ursprungs und daher auch auf der Karte als Diluvial bezeichnet. Die Westgrenze des Stückes bildet eine Terrainkante, welche das Ockerthal deutlich vom Diluvialgebiet scheidet.

Der sandige Character documentirt sich nicht nur in der mechanischen Zusammensetzung des Bodens, sondern auch in dem geringen Absorptionsvermögen.

Körnelung in Mm.	Lehm N. 15—20 Cm.	Lehm Mitte 15—25 Cm.	Lehm S. 15—25 Cm.	Sand N. an dem Bahneinschnitt in 1 Meter Tiefe
über 10	—	—	—	—
10 —8	—	—	—	0,12
8 —6	0,02	0,05	—	0,43
6 —4	0,13	0,05	0,09	0,25
Summa Steine	0,15	0,10	0,09	0,80
Feinboden	**99,85**	**99,90**	**99,91**	**99,20**
Der Feinboden ist zusammengesetzt:				
4 —3	0,100	0,098	0,104	0,448
3 —2	0,384	0,282	0,290	0,800
2 —1,5	0,806	0,606	0,812	1,042
1,5 —1	3,274	1,872	2,254	2,378
1 —0,5	9,404	9,904	5,076	19,888
0,5 —0,25	37,998	35,800	37,342	66,040
0,25—0,1	7,252	11,114	9,094	3,964
0,1 —0,05	8,654	9,750	8,376	2,408
0,05—0,01	18,366	16,400	21,126	1,714
unter 0,01	15,548	15,380	16,510	3,010
Die Feinerde enthält:				
An alkalische Erden gebundene CO_2	—	—	—	0,630
Entspricht $CaOCO_2$	—	—	—	1,432
Organisch gebundener C	0,415	0,363	0,314	—
Entspricht Humus (mit 58 % C)	0,716	0,626	0,542	—
Hygroscop. H_2O	2,112			
Glühverlust excl. hygr. H_2O	2,127			
Absorptionscoefficient für P_2O_5	57,680			
Absorptionscoefficient für N	43,332			

Auf dem Diluviallehm des Meeschefeldes entspricht der im Norden der Feldmark dem Pläner auflagernde Diluviallehm am meisten dem Typus des Diluviallehms der norddeutschen Ebene. Es ist dies Vorkommen ein fruchtbarer Lehm, welcher an einzelnen Stellen nur 25 Cm. mächtig, an den meisten Stellen jedoch in einer Mächtigkeit zwischen 1 und 2,5 Meter den Pläner bedeckt. Da der Pläner, wie bereits angeführt, nach Westen hin einfällt, so nimmt auch die Lehmdecke nach Westen hin im Allgemeinen an Mächtigkeit zu.

Es folgen mechanische Analysen, sowie Bestimmungen des Kalk, Humus und des Absorptionscoëfficienten im Diluviallehm des Stadtfeldes.

Körnelung in Mm.	Profil an der Mühle bei Stadtfeld III.			Stadtfeld
	I Magerer gelber Lehm 50 Cm. mächtig	II Sandiger Lehm mit Sandadern 50—75 Cm	III Lehmmergel 75—150 Cm.	II, O. Lehm 20—30 Cm.
über 10	—	—	—	0,58
10 —8	—	0,07	—	0,06
8 —6	—	—	—	0,06
6 —4	—	0,08	—	0,06
Summa Steine	—	0,10	—	0,76
Feinboden	100,00	99,90	100,00	99,24
Der Feinboden ist zusammengesetzt:				
4 —3	—	0,148	—	0,694
3 —2	0,048	0,330	0,030	0,752
2 —1,5	0,260	0,422	0,090	0 880
1,5 —1	0,486	1,000	0,378	0,990
1 —0,5	2,776	8,378	2,076	0,178
0,5 —0,25	24,428	40,580	18,588	10,144
0,25—0,1	11,270	12,656	6,004	5,384
0,1 —0,05	13,546	11,592	10,468	19,848
0,05—0,01	24,434	14,770	39,964	33,166
unter 0,01	20,682	11,208	21,780	28,816
Die Feinerde enthält %:				
An alkalische Erden gebundene CO_2	—	—	2,800	0,490
Entspricht $CaOCO_2$	—	—	6,364	1,114
Organisch gebundener C	—			0,281
Entspricht Humus (mit 58 % C)				0,485
Absorptionscoëfficient für P_2O_5				108,80
Absorptionscoëfficient für N				77,46

Die Diluviallehme, welche sich auf dem Marktwegfelde dem Futterfelde und z. Th. auf dem Buschfelde finden und daselbst in einer Mächtigkeit bis zu 2,5 Meter, stellenweise sogar bis 3,5 Meter dem Gaultthon direct auflagern, weichen ganz erheblich vom Typus der nordischen Diluviallehme ab; sie sind stark mit den thonigen Gesteinen der Kreideformation vermischt und zeigen daher einen mehr lößartigen und dabei mergeligen Character. Zum großen Theile sind die Lehme in den obersten 70—80 Cm. stark mit humosen Substanzen vermischt, und besitzen in Folge dessen eine tiefschwarze Farbe. Eine durch das Marktwegfeld von SO nach NW gezogene Profillinie gränzt die humusreichen auf der Karte mit Hu bezeichneten Lehme von den humusarmen ab. Die Lehme bilden sowohl in Folge ihrer Zusammensetzung, wie in Folge ihrer Lagerungsverhältnisse ein recht günstiges Bodenmaterial, besonders die humusreichen Lehme sind als die besten Böden des Ritterguts zu bezeichnen. Interessant ist, daß sich bei Untersuchung dieser Lehme herausstellte, daß die Bestimmung des Absorptionscoëfficienten in einzelnen Fällen geeignet ist, geringe, weniger leicht erkennbare Bonitätsunterschiede zu machen. Die Böden des Marktwegfeldes, welche sich durch die mechanische Analyse, durch die Lagerung 2c. nicht wesentlich von denen des angrenzenden Futterfeldes unterscheiden, zeichnen sich durch einen höheren Absorptionscoëfficienten sowohl für Phosphorsäure als für Stickstoff aus. Herr Landesoeconomierath Kaufmann sagte mir, als ich dies erwähnte, daß erfahrungsgemäß der Boden des Marktwegfeldes der bessere sei [1]).

---

1) Vom Marktwegfeld Schlag I liegen Bestimmungen der in HCl löslichen Stoffe der humosen Ackerkrume und des humusärmeren Untergrundes von Prof. Wicke vor, welche mir von Herrn Landesökonomierath Kaufmann übergeben sind. Leider fehlen die Notizen über die Tiefe der Probeentnahme, sowie über die Präparation des analysirten Materials. Ich lasse die analytischen Resultate hier folgen:

	Ackerkrume	Untergrund
K_2O	— 0,176 %	— 0,143 %
Na_2O	— 0,263 %	— 0,237 %
CaO	— 0,307 %	— 0,627 %
MgO	— 0,107 %	— 0,283 %
P_2O_5	— 0,180 %	— 0,122 %
Glühverlust	— 3,196 %	— 2,459 %

An der Westgrenze des Büschfeldes zeigt das Diluvium unter einer 80 Cm. mächtigem Lehmdecke eine feinsandige Ausbildung, eine schmale, kaum einige Meter breite Sanddecke, welche dem Kies, der daselbst nur von geringer Mächtigkeit ist, auflagert. Dieselbe wurde an der auf der Karte mit a bezeichneten Stelle constatirt und war schon in einer Entfernung von 20 Metern nach Norden und Süden von 10 Metern nach Osten und Westen nicht mehr aufzufinden. Besonders bei Aufnahmen in kleine-

In den nachfolgenden Tabellen ſind die Unterſuchungsreſultate dieſer Böden zuſammengeſtellt.

---

rem Maßſtabe iſt es wichtig, ſich von der ſeitlichen Ausdehnung erbohrter Profile zu überzeugen. Es folgt die mechaniſche Zuſammenſetzung des Profils.

Körnelung in Mm.	Buſchfeld W.		
	Lehm — 80 Cm.		Sand unter 80 Cm.
	a Kulturſchicht 10—20 Cm.	b Lehm 30—50 Cm.	c Sand 80—120 Cm.
über 10	—	3,84	—
10 —8	—	—	0,05
8 —6	0,11	0,05	0,02
6 —4	0,15	0,22	0,05
Summa Steine	0,26	4,11	0,12
Feinboden	**99,74**	**95,89**	**99,88**
Der Feinboden iſt zuſammengeſetzt:			
4 —3	0,090	0,238	—
3 —2	0,148	0,292	0,098
2 —1,5	0,356	0,428	0,956
1,5 —1	1,064	1,350	3,272
1 —0,5	4,966	5,866	12,768
0,5 —0,25	30,120	31,464	54,334
0,25—0,1	6,898	9,574	6,640
0,1 —0,05	12,178	12,438	5,558
0,05—0,01	21,462	15,270	8,626
unter 0,01	23,206	20,976	7,566
organiſch gebundener C (in der Feinerde)	0,669	Spur $CaOCO_2$	
entſpricht Humus (mit 58 % C)	1,154	—	

REESE LIBRARY OF THE UNIVERSITY OF CALIFORNIA

Körnelung in Mm.	Marktwegfeld II, SW. humoſer Lehm 80 Cm. mächtig in 20—30 Cm. Tiefe	gelber Lehm 80—150 Cm. 80—100 Cm.	gelber Lehm 80—150 Cm. 100—150 Cm.	feinſandiger gelber Lehmmergel —200 Cm.	Marktwegfeld I NW. Lehmmergel in 100—150 Cm. Tiefe	Marktwegfeld, NO. Lehmmergel in 170—200 Cm. Tiefe	Marktwegfeld IV, SO. heller Lehm in 15 Cm. Tiefe
über 10	—	—	—	—	—	—	—
10 —8	—	—	—	—	—	—	0,04
8 —6	—	—	—	—	0,02	—	0,02
6 —4	—	—	—	—	0,11	—	0,02
Summa Steine	—	—	—	—	0,13	—	0,08
Feinboden	100,00	100,00	100,00	100,00	99,87	100,00	99,92
Die Feinerde iſt zuſammengeſetzt:							
4 —3	0,128	—	—	—	0,102	0,052	0,092
3 —2	0,162	0,050	0,024	0,022	0,262	—	0,106
2 —1,5	0,302	0,030	0,042	0,030	0,176	0,094	0,232
1,5 —1	0,346	0,150	0,130	0,056	0,324	0,950	0,872
1 —0,5	0,994	0,492	1,072	0,340	1,194	2,790	6,518
0,5 —0,25	5,554	2,862	11,470	12,332	6,868	18,092	2,342
0,25—0,1	1,406	3,954	5,630	5,064	2,356	4,582	
0,1 —0,05	19,068	21,534	19,798	25,572	15,838	14,286	19,668
0,05—0,01	39,174	44,810	36,902	40,278	37,712	37,002	44,752
unter 0,01	3,0910	25,572	25,834	15,762	34,564	21,550	24,092
Die Feinerde enthält %:							
an alkaliſche Erden gebundene CO_2 entſpricht $CaOCO_2$	—	0,480	0,210	3,820	5,750	3,920	—
	—	1,091	0,477	8,683	13,070	8,910	—
organiſch gebundener C	1,168						0,671
entſpricht Humus (mit 58 % C)	2,015						1,159
hygroſcop. H_2O	1,465						1,295
Glühverluſt excl. hygr. H_2O	6,600						1,444
Abſorptionscoëfficient für P_2O_5	168,96						85,76
Abſorptionscoëfficient für N	125,68						72,03

Marktwegfeld V, Lehmmergel unter Lehm üb. röthlich grauem Thon 50 — 100 Cm.	Futterfeld W., humoser Lehm 80 Cm. mächtig		Futterfeld, W. gelber Lehm unter humosem			Buschfeld NW.		
	in	in	in	in 120	in	humoser Lehm	lößartiger Lehm	Lehm in 100
	20—30	30—50	75	— 130	200	bis	in 80	— 200
	Cm.	Cm.	Cm.	Cm.	Cm.	80 Cm.	—100 Cm.	Cm.
	Tiefe	Tiefe	Tiefe	Tiefe	Tiefe	Tiefe	Tiefe	Tiefe
2,43	—	—	—	—	—	—	—	—
0,83	0,06	—	—	—	—	—	—	—
1,59	0,12	—	0,05	0,02	—	—	—	0,0
1,60	0,08	—	0,06	0,05	—	0,09	0,02	0,05
6,45	0,26	—	0,11	0,07	—	0,09	0,02	0,11
93,55	**99,74**	**100,00**	**99,89**	**99,93**	**100,00**	**99,91**	**99,98**	**99,98**

Der Feinboden ist zusammengesetzt:

1,646	0,090	0,228	0,088	—	—	0,268	0,318	0,046
1,770	0,160	0,8 8	0 138	0,410	0 058	0,448	0,120	0,108
1,668	0,550	0,690	0,242	1,038	0,122	0,500	0,244	0,126
1,862	0,656	1,318	0,436	1,178	0,124	0,107	0,494	0,556
4,674	2,372	3,064	0,976	3,992	0,400	2,778	2,168	3,718
23,420	12,912	11,496	5,388	21,960	3,770	16,088	3,792	1,936
12,584	4,352	3,090	2,748	14,386	10,632	3,502	1,438	
16,052	20,794	13,742	21,510	15,568	40,064	13,898	16,240	13,342
15,214	33,902	36,758	43,088	26,684	24,932	30,136	44,978	39,136
18,748	24,384	30,002	24,202	16,156	20,638	28,864	26,742	28,864

Die Feinerde enthält %:

3,260	0,170	—	1,280	3,700	3,950	—	0,330	3,320
7,410	0,386	—	2,909	8,410	8,978	—	0,750	7,546
	0,950	1,070				1,141		
	1,639	1,846				1,969		
	2,509							
	4,293							
	113,44							
	89,86							

Alluviale Ablagerungen finden sich in Linden als Absätze der beiden Flüsse Ocker und Altenau. Die Altenau setzt einen feinkörnigen, humosen, sehr fruchtbaren Schlamm ab, einen humosen lößartigen Lehm, welcher dem Flusse folgend, die Südgrenze des Marktwegfeldes Schlag V und VI bildet, ferner die im Süden des Rittergutes zu beiden Seiten des Flusses gelegenen Wiesen bedeckt.

Der Alluviallehm der Altenau zeigt neben einer feinkörnigen mechanischen Zusammensetzung einen hohen Humus- und Kalkgehalt, sowie einen hohen Absorptionscoëfficienten für Phosphorsäure und Stickstoff, wie dies die folgende Tabelle zur Anschauung bringt.

Marktwegfeld VI. An der Altenau 10—20 Cm. (Feinboden 100 %)

Körnelung in Mm.	%
3 —2	0,218
2 —1,5	0,130
1,5 —1	0,206
1 —0,5	0,642
0,5 —0,25	4,870
0,25—0,1	4,788
0,1 —0,05	9,820
0,05—0,01	44,910
unter 0,01	33,330

Die Feinerde enthält:

Hygrosc. H_2O	4,328
Glühverlust excl. hygr. H_2O	7,730
C in Form von Humus	1,313
entspricht Humus (mit 58 % C)	2,265
$CaOCO_2$	10,933
Absorptionscoëfficient für P_2O_5	197,12
„ „ N	137,14

In den an der Altenau belegenen Wiesen bedeckt der Alluviallehm die Gaultthone nur in geringer durch Profilgrenzen markirter räumlicher Ausdehnung in einer Mächtigkeit von höchstens 1 Meter, meistens nur in solcher von 30—50 Cm. Daher ist der Boden, welcher im Niveau des Flusses liegt größtentheils naß, der feinkörnige Alluviallehm neigt zur Raseneisensteinbildung. Entwässerung ist der Lage wegen nicht möglich; es ist daher hier Ackerkultur ausgeschlossen; nur soweit die Lehmdecke eine mächtigere ist, wie dies das Profil VIII[a] veranschaulicht, ließe sich Ackerkultur einführen; jedoch liefert der Boden als Wiese einen befriedigenden Ertrag. Die folgenden Analysen geben ein Bild von der Zusammensetzung dieser Wiesenlehme.

Alluvialböden der Wiesen an der Altenau.

Körnelung in Mm.	O. feinsandiger Lehm —50 Cm.	Mitte eisenschüssiger Schlamm —30 Cm.	W. humoser Lehm über Thon —30 Cm.	Neue Wiese humoser Thonmergel 15—30 Cm.
über 10	0,08	—	—	—
10 —8	0,05	—	—	—
8 —6	0,17	—	—	—
6 —4	0,27	—	—	—
Summa Steine	0,57	—	—	—
Feinboden	99,43	100,00	100,00	100,00
Der Feinboden ist zusammengesetzt:				
4 —3	0,356	0,046	—	—
3 —2	0,364	0,124	—	0,404
2 —1,5	0,706	0,396	—	0,088
1,5 —1	2,010	0,584	0,172	0,800
1 —0,5	11,846	1,250	0,412	1,254
0,5 —0,25	43,016	2,896	4,694	7,610
0,25—0,1	6,956	2,538	3,296	3,346
0,1 —0,05	10,298	12,752	11,470	9,656
0,05—0,01	10,586	29,770	53,288	20,188
unter 0,01	13,910	48,411	26,280	53,908
Die Feinerde enthält %:				
An alkalische Erden gebundene CO_2	0,520	0,980	3,050	1,280
Entspricht $CaOCO_2$	1,182	2,227	3,934	2,909
Organisch gebundener C	0,390	0,841	1,144	1,417
Entspricht Humus (mit 58 % C)	0,673	1,451	1,973	2,444

Einen gänzlich verschiedenen Character zeigen die Alluviallehme der Ocker. Die Ocker setzt in der Feldmark Linden nicht lehmigen Schlamm sondern grobkörnigen Kies ab, da nun das Ockerthal in die Diluvialdecke eingeschnitten ist, so entstand aus der Vermischung des Kieses mit dem Diluviallehm, ein Alluviallehm, der im Allgemeinen sandigerer Beschaffenheit ist. Den Untergrund dieses Lehmes bildet Ockerkies, welcher im Norden der Feldmark, wo das Thal in den Pläner eingeschnitten ist, mit Plänerkalkgeschieben vermischt ist; und zwar nehmen die Kalkgeschiebe nach Norden hin an Menge zu, wie dies der im Norden des Ritterguts an der Wolfenbütteler Grenze vorhandene Aufschluß

verglichen mit den weiter südlich sich vorfindenden Aufschlüssen deutlich erkennen läßt. Wenn auch der Altenauschlamm an sich ein weit fruchtbareres Budenmaterial ist als der Ockerabsatz, so ist letzterer doch in größerem Umfange zur Ackerkultur geeignet, weil die Ocker als der größere Fluß ihr Bett tiefer eingeschnitten hat und daher eine procentisch größere Fläche des abgesetzten Materials nicht mehr im Niveau des Flußbettes belegen also zur Ackerkultur genügend trocken ist, was von dem in geringerer Mächtigkeit den Gaultthonen auflagernden Altenaulehm nicht gesagt werden kann. Es wird etwa die Hälfte der vorhandenen Fläche des Ockerlehmes als Ackerland genutzt.

Wie die nachfolgenden Analysen zeigen sind die Ockerlehme wesentlich von den Altenaulehmen unterschieden; trotzdem legte ich dieselben mit gleicher Farbe als Alluviallehme an; die Ockerlehme sind außerdem durch das eingeschriebene Zeichen s.L als sandige Lehme bezeichnet. Sollte mir ein Vorwurf daraus gemacht werden, daß ich hier der geologischen Gleichwerthigkeit halber agronomische Unterschiede zu wenig scharf hervorgehoben habe, so möchte ich darauf erwidern, daß ich die Ansicht vertrete, man soll sich bei agronomischen Aufnahmen möglichst den auf geologischen Karten üblichen Bezeichnungen anschließen. Nur auf diese Weise können wir den Landwirth allmählich anleiten aus geologischen Karten direct Nutzen zu ziehen, nur auf diese Weise kann es gelingen, die werthvollen Resultate der geologischen Landesaufnahme dem Landwirthe zu erschließen. Ich glaube daher dadurch, daß ich den sandigen Alluviallehm der Ocker dem thonigen der Altenau gegenüber als solchen bezeichnet habe, beide Bildungen bezüglich ihrer agronomischen Verschiedenheit genügend characterisirt zu haben, und füge noch hinzu, daß beide Flußläufe in der Karte genau und deutlich eingetragen sind, also das Gebiet der Ocker- und Altenau-Alluvion hinreichend markirt ist.

Die recenten Absätze der Ocker sind ein schwachlehmiger Sand, welcher bezüglich der Körnelung dem dortigen Diluvialsande entsprechend zusammengesetzt sind. Auch hinsichtlich ihrer stofflichen Zusammensetzung sind die Sande vom agronomischen Gesichtspunkte aus als den Diluvialsanden gleichwerthige Bildungen zu betrachten, sind sie auch nicht aus nordischen, sondern aus hercynischen Gesteinen zusammengesetzt, so sind doch auch letztere reich an Feldspath und Amphibolith.

Die oberste Bodenschicht ist auch im gegenwärtigen Inundationsgebiete der Ocker lehmiger Natur; diese Thatsache findet ihre Begründung in dem Umstande, daß sich im Stadtfelde das Hauptgefälle des Terrains von O. nach W. findet. Der höchste Punkt des Stadtfeldes an der Windmühle liegt 11,5 Meter über dem etwa 400 Meter west-

lich belegenen mit x bezeichneten Punkte an der Ocker, welches einem durchschnittlichen Gefälle von nahezu 2,9 % entspricht. Das Gefälle ist aber bis zu der in unregelmäßigen Curven verlaufenden Flurgrenze, welche das Stadtfeld von den Ockerwiesen trennt, ein geringeres und fällt von da aus steil in das Niveau der Ocker. Durch starke Regengüsse wird nun stets lehmige Substanz aus dem Diluvium dem Ockeralluvium aufgeschlemmt. Andrerseits überschwemmt die Ocker bei Hochwasserstand nicht nur die Wiesen, sondern auch den westlichen Theil des Stadtfeldes, in Folge dessen finden sich auch auf dem letzteren vielfach versandete Stellen.

Die beigefügten Tabellen enthalten Analysen von Alluvialböden der Ocker. Zu bemerken ist noch, daß der Boden der Wiese hinterm Garten als ein Uebergangsgebilde aufzufassen ist; derselbe ist noch in hohem Grade mit Diluviallehmsubstanz, auch mit Gaultthon vermischt. Thon des Gault bilden hier noch den Untergrund, während die Alluviallehme nördlich des Gutsgehöftes auf Plänergrund lagern.

Alluvialböden der Ocker.

Körnelung in Mm.	Wiese hinterm Garten	Ockerwiese beim Stadtfeld S.	Ockerwiese beim Stadtfeld N.	Stadtfeld IV		Stadtfeld III	
	thonig-sandiger Lehm — 50 Cm.	Lehm 15—30 Cm.	humoser Lehm 20—35 Cm.	Lehm 10—20 Cm.	Lehm sandiger —100 Cm.	sandiger Lehn 90 resp. 170 Cm. mächtig	Ockerkies 200—300 Cm.
über 10	—	—	—	0,32	—	0,11	1,25
10 —8	—	—	—	—	—	0,12	0,64
8 —6	—	0,09	—	0,10	—	0,19	0,51
6 —4	—	0,07	—	0,10	0,09	0,42	0,95
Summa Steine	—	0,16	—	0,52	0,09	0,84	3,35
Feinboden	100,00	99,84	100,00	99,48	99,91	99,16	96,65
Der Feinboden ist zusammengesetzt:							
4 — 3	0,266	0,492	—	—	0,306	0,100	1,512
3 — 2	0,588	0,704	0,692	0,186	0,420	0,602	1,126
2 — 1,5	0,852	1,576	0,930	0,548	0,790	0,852	2,642
1,5 — 1	1,038	3,232	1,382	1,220	1,852	2,332	8,434
1 — 0,5	3,006	8,344	5,804	4,182	6,506	7,928	33,170
0,5 — 0,25	12,420	32,090	14,760	18,006	23,564	39,370	38,382
0,25— 0,1	6,714	9,916	3,640	10,352	10,458	18,574	6,658
0,1 — 0,05	13,192	12,818	13,022	15,658	14,644	6,288	2,122
0,05— 0,01	27,898	14,602	21,634	28,756	23,902	2,582	0,954
unter 0,01	33,020	15,482	35,232	19,352	16,808	19,932	5,812
Die Feinerde enthält:							
An alkalische Erden gebundene CO_2	0,450	—	—	0,210	—	0,150	3,360
entspricht CaO CO_2	1,023	—	—	6,477	—	0,341	7,635
organisch gebundener C	1,018	0,482	2,124	0,745	—	—	—
entspricht Humus (mit 58 % C)	1,757	0,866	3,664	1,286	—	—	—
Absorptionscoëfficient für P_2O_5				93,44			
Absorptionscoëfficient für N				65,86			

Practische Folgerungen.

Der vorangeschickten Beschreibung der einzelnen Bodenformationen des Ritterguts Linden mögen zum Schluß noch einige Betrachtungen bezüglich der Bonitirung auf Grund der angestellten Untersuchungen folgen.

Zunächst würde es sich darum handeln, festzustellen, inwieweit die ermittelten Absorptionscoëfficienten für die practische Bonitirung zu verwerthen sind; die Beantwortung dieser Frage ist allerdings nicht leicht.

Wie im ersten Abschnitt der vorliegenden Arbeit auseinandergesetzt ist, ist das Absorptionsvermögen des Bodens eine in verschiedener Beziehung günstige Bodeneigenschaft. Wir wissen, daß ein Boden mit geringem Absorptiousvermögen den Dünger mangelhaft ausnutzt; wie hoch sich aber das Minimum der Absorptionsgröße stellen muß, um als günstig bezeichnet werden zu können, wissen wir nicht. Ebenso wenig wissen wir, ob mit der Steigerung des Absorptionsvermögens ad infinitum (caeteris paribus) auch eine Steigerung der Bonität Hand in Hand geht, oder ob der Absorptionsgröße auch eine Maximalgrenze gesetzt ist und ein über dieselbe hinausgehendes Absorptionsvermögen nicht mehr als günstige Bodeneigenschaft bezeichnet werden kann.

Auf diesen letzterwähnten Umstand, daß ein zu hohes Absorptionsvermögen einem Kulturboden auch zum Nachtheil gereichen könne, hat A. Mayer[1]) meines Wissens nach zuerst aufmerksam gemacht. Mayer spricht in seinem Lehrbuche aus, „daß die Absorptionsfähigkeit einzelner „Bodenarten für bestimmte Stoffe unter sonst gleichen Umständen um „so größer sein wird, je ärmer die Bodenarten an diesen Stoffen, je „unfruchtbarer sie sind".

Der Ausspruch dürfte nicht unanfechtbar sein. Es ist meiner Ansicht nach wohl denkbar, daß ein Boden, welcher Phosphorsäure oder Kali in nicht aufgeschlossenem Zustande (Apatit, Feldspath ꝛc.) in größeren Mengen enthält, trotzdem ein starkes Absorptionsvermögen für

1) Lehrbuch der Agrikulturchemie 2. Aufl. II, S. 112.

beide Stoffe besitzen kann, wenn ihm solche in gelöster Form zugeführt werden; ja er kann sogar bei einem hohen Gehalte dieser Körper im absorptiven Zustande noch ein starkes Absorptionsvermögen für dieselben besitzen, wenn nur außerdem noch zur weiteren Absorption geeignete Verbindungen (Zeolithe der erforderlichen Zusammensetzung, Carbonate ꝛc.) in genügender Menge vorhanden sind.

Das Attribut „unfruchtbar" dürfte aber auch in den Fällen nicht ohne weiteres anwendbar sein, in denen das hohe Absorptionsvermögen auf einen geringen Gehalt der absorbirten Stoffe zurückzuführen ist. Ist auch der Nährstoffgehalt eines Bodens von absolut hoher, so ist er doch von relativ geringerer Bedeutung für den Kulturwerth desselben als die Bodeneigenschaften, von denen eine Ausnutzung der Düngstoffe, überhaupt ein kräftiges Pflanzenwachsthum abhängig ist. Wir nennen einen Boden, welcher arm an einem oder einigen wichtigen Pflanzennährstoffen ist, noch nicht unfruchtbar, wenn er nur die durch Düngung zugeführten Stoffe im wirthschaftlichen Sinne verwerthet.

Mayer spricht ferner aus, „daß eine möglichst energische Absorp„tion für die Zwecke der Kultur durchaus nicht der günstigste Fall sein „kann, denn es giebt eine Reihe von nützlichen, indirecten Düngemitteln, „deren Wirksamkeit vorzüglich in der Abschwächung der Absorptions„kräfte besteht".

Allerdings müssen wir wohl annehmen, daß die Erfolge einer Gyps-, Kalk-, Mergel- oder Kochsalzdüngung vorzugsweise, wenn nicht ausschließlich der indirecten (aufschließenden) Wirkung dieser Dungstoffe zuzuschreiben sind; der Ausspruch Mayers hat daher wohl seine Berechtigung, allerdings wiederum mit einiger Einschränkung. Es ist zu bedenken, daß wir mit einem thonigen Mergel einem sandigen Boden vielfach auch zur Absorption der Nährstoffe geeignetes Material zuführen, und daß häufig die „indirecte" Wirkung des Mergels z. Th. darauf zurückzuführen sein wird, daß durch den Gehalt des Mergels an Carbonaten auch die Absorptionskraft für Phosphorsäure direct gesteigert wird[1]); außerdem haben wir keinen Grund anzunehmen, daß sich die aufschließende Wirkung der indirect wirkenden Düngemittel ausschließlich den absorptiv gesättigten Verbindungen gegenüber geltend macht; sie kann sich vielmehr auch auf die noch schwerer löslichen Mineralcombinationen erstrecken und diese in zur Absorption geeignete Modificationen überführen.

---

1) Nach Pillitz absorbirten 50 Grm. Kreide aus 200 Cc. einer Lösung von phosphorsaurem Kalk, deren Gehalt jedoch nicht angegeben ist 0,730 Grm. P_2O_5 neben allerdings nur 0,0038 Grm. K_2O.

Wenn es auch denkbar ist, daß durch eine zu starke Absorptionskraft die Bodenqualität beeinträchtigt werden kann, so ist der Beweis, daß dem so ist, doch noch nicht geliefert.

Die bis jetzt vorliegenden Untersuchungen über Absorption gehen von der Voraussetzung aus, daß das Absorptionsvermögen als eine günstige Bodeneigenschaft anzusehen sei, sie beschäftigen sich, wie wir gesehen, in der Hauptsache damit, eine Erklärung für diese Erscheinungen zu finden, sie haben entweder das Verhalten von Lösungen verschiedener Concentration des gleichen Salzes oder das Verhalten von Lösungen verschiedener Salze auf das gleiche Bodenmaterial geprüft; und dabei zugleich das Verhältniß von Lösungs- zu Bodenmenge verändert; oder das Verhalten der einzelnen Constituenten (Thon, Zeolithe, Carbonate ꝛc.) gegen die zu absorbirenden Stoffe studirt. Welche Anforderungen bezüglich des Absorptionsvermögens an einen guten Kulturboden zu stellen sind, ob ein Optimum in dieser Beziehung existirt, über diese und ähnliche Fragen geben sie uns keine Auskunft. Es dürfte auch kaum möglich sein, derartige Frage auf experimentellem Wege in nächster Zeit genau zu beantworten, da wir ja auch für die übrigen Bodeneigenschaften in Zahlen ausdrückbare Werthmale einzusetzen nicht im Stande sind, und auch nicht ermitteln können, in wieweit sich verschiedene Bodeneigenschaften gegenseitig zu compensiren vermögen.

Wir werden jedoch unsere Kenntnisse in der Richtung mit der Zeit wesentlich erweitern, wenn wir die Constitution und die Eigenschaften ausgesprochen fruchtbarer und unfruchtbarer Böden studiren und uns auf diesem Wege Material zu vergleichenden Studien schaffen. Gerade in diesem Sinne sind die Arbeiten der geologischen Landesanstalten von Preußen und Sachsen von hohem Werthe und werden mit der Zeit noch werthvoller werden, wenn sie die Fortschritte der agronomischen Bodenuntersuchungsmethode bei ihren Arbeiten in Anwendung bringen und in ihren erläuternden Texten den Untersuchungsresultaten neben der geologisch-petrographischen auch eine agronomische Characteristik der fraglichen Böden beigeben, wie dies von Ernst Laufer bereits in seiner Bearbeitung des Babelsberg [1]) geschehen ist.

Bezüglich der Absorptionscoëfficienten liegt bis jetzt nur Vergleichsmaterial vor von Biedermann und Knop. Beide operirten mi Feinerden, welche nach Knops Angabe durch ein Drahtsieb, welches 400 Maschen pro □ Cm. enthielt, abgetrennt waren; jede Masche entspricht demnach einem Quadratinhalt von 0,5 □ Mm. Die Feinerde ist also etwas grobkörniger als die von mir mittels Rundlochsiebes von

1) Jahrbuch der Königl. Preuß. geologischen Landesanstalt für 1880, S. 294 ff.

0,5 Mm. Lochdurchmesser dargestellte, da die Länge der Diagonale der angegebenen Maschen größer als 0,5 Mm. ist; außerdem durch Verbiegen der Seitenwände beim Sieben einzelne Maschen größer werden, selbst wenn das Drahtnetz ursprünglich gleichmäßig gearbeitet ist.

Wie an früherer Stelle bereits bemerkt, arbeitete Knop mit einer Salmiaklösung, welche 1,256 N pro Liter enthielt, während ich eine 0,1atomige Lösung (= 1,4 N pro Liter) in Anwendung brachte, und bezeichnet als Absorptionscoëfficienten die Anzahl Cc. N Normalvolumen, welche 100 Grm. Boden aus der doppelten Lösungsmenge absorbiren, wohingegen ich aus angeführten Gründen die absorbirte Stickstoffmenge dem Gewichte nach (in Mgr.) ausdrücke.

Sind demnach die von Knop gefundenen Zahlen den von mir gefundenen auch nicht vollständig entsprechend, so dürfte doch ein annähernder Vergleich zuläßig sein. Die erste der beiden angefügten Tabellen enthält in der ersten Columne die Fesca'schen Absorptionscoëfficienten, welche den in der zweiten Columne daneben gesetzten Knop'schen entsprechen; in der dritten und vierten Columne ist wiedergegeben wie sich 38 von Knop untersuchte Böden bezüglich der Absorptionscoëfficienten in Werthabständen von 10 (nach Knop) vertheilen; unter der Rubrik „Bemerkungen" sind die Knop'schen Absorptionscoëfficienten für einige wichtige Bodenvorkommen speciell aufgeführt. Die zweite Tabelle enthält die von mir in Feinerden Lindener Böden gefundenen Absorptionscoëfficienten für N.

Absorptionscoëfficient für N		Die Absorptionscoëfficienten von 38 Böden stellen sich nach Knop		Bemerkungen
nach Fesca 100 Grm. Feinerde absorbiren Mgrm. N	entspricht nach Knop 100Grm Feinerde absorbir. Cc. Normalvol. N	Absorptionscoëfficient von — bis incl.	Zahl der Böden	
1,254	1	1— 10	3	
12,544	10	10— 20	1	
25,088	20	20— 30	6	Rheinlöß = 23; Sächsischer Löß = 24.
37,632	30	30— 40	8	
50,176	40	40— 50	4	
62,720	50	50— 60	2	
75,264	60	60— 70	3	
87,808	70	70— 80	4	Russische Schwarzerde (Tschernosem)
100,352	80	80— 90	1	= 75
112,896	90	90—100	2	
125,544	100	100—105	3	Serpentinverwitterung? = 104.
131,714	105			
169,344	135	135	1	Rilabsatz = 135.

Absorptionscoëfficient für N von Feinerden Lindener Böden.
(100 Grm. Feinerde absorbiren aus 200 Cc. Lösung Milligr.).

Schwarzer, humoser Thon, Buschfeld	145,94
Grauer Thon, Buschfeld	110,12
Grauer Thon, Meeschefeld I	156,64
Alluviallehm (Altenaufschlamm) Marktwegfeld VI, S.	137,14
Humoser Lehm, Marktwegfeld II, S.W.	125,68
Humoser Lehm, Futterfeld	89,86
Lehm, Meeschefeld V	120,32
Heller Lehm, Marktwegfeld IV S.O.	72,03
Diluviallehm, Stadtfeld II O.	77,46
Alluviallehm (Ocker), Stadtfeld IV	65,86
Lehm, Meeschefeld I	80,44
Lehm, Meeschefeld III^a	106,84
Diluvial-Kies I, Meeschefeld IV	66,00
Diluvial-Kies II, Meeschefeld IV	65,12
Sandiger Lehm, Meeschefeld III^b	43,32

Die Knop'schen Resultate sprechen allerdings nicht durchweg dafür, daß der Steigerung der Absorptionsgröße stets eine größere Fruchtbarkeit entspricht. Freilich wurde der höchste Coëfficient von 135 (169,34)[1]) in einem fruchtbaren Nilabsatz gefunden und in der durch ihre Fruchtbarkeit berühmten Russischen Schwarzerde ein solcher von 75 (etwa 93,5); dagegen wurde auch ein recht hoher Absorptionscoëfficient von 104 (etwa 130) für einen mäßig fruchtbaren Waldboden in steiler Lage gefunden, welcher aus Serpentin hervorgegangen sein soll und nach Biedermann nur ein schwaches Absorptionsvermögen für P_2O_5 besitzt. Möglich wäre vielleicht, daß der Serpentinverwitterung angeschwemmter Lehm beigemengt wäre; der hohe Gehalt an chemisch gebundenem Wasser (12,43 %), den Knop anführt, entspricht allerdings der Zusammensetzung des Serpentin, für welchen Roth[2]) einen Wassergehalt von 13 % angiebt, während der von Knop gefundene hohe Gehalt an Sesquioxyden (19,6 %) auf fremde Beimengungen schließen läßt. Jedenfalls gestattet die von Biedermann gegebene Characteristik des Bodens und die von Knop gelieferte Analyse ein klares Urtheil über die Ursachen der starken Stickstoffabsorption nicht.

Außerdem sind die niedrigen Absorptionscoëfficienten befremdend, welche für Rheinlöß = 23 (etwa 28,75) und Löß aus Sachsen = 24

1) Die eingeklammerten Zahlen bezeichnen die von mir angewandten Absorptionscoëfficienten, welche den Knop'schen entsprechen.

2) In Roth, Chemische Geologie. Berlin 1879. Bd. I, S. 11 wird die Zusammensetzung des Serpentin: 43,48 % SiO_2, 43,48 % MgO, 13,04 H_2O angegeben, während Rammelsberg neuerdings einen höheren Wassergehalt annimmt.

(etwa 30) angegeben werden, da beide doch zu den fruchtbaren Böden zu rechnen sind. Die von mir untersuchten Schlämmproducte hercynischer Lößvorkommen von Crimderode, ergaben weit höhere Absorptionsgrößen. Wie Seite 35 dieser Schrift bereits angeführt, wurden als Absorptionscoëfficienten für N gefunden:

	Feinste Theile	Staub
Lößlehm	241,20	28,68
Lößmergel	187,00	51,04

Für den Lößlehm würde sich bei einem Gehalte von 44,99 % feinsten Theilen und 46,95 % Staub, der Absorptionscoëfficient 121,97 und für den Lößmergel mit 26,5 % feinsten Theilen und 38,71 % Staub = 69,34 ergeben (nach Knop'schen Zahlen etwa = 97,5 resp. 55,5), selbst wenn wir die Absorption der gröberen Gemengtheile nicht berücksichtigen.

Jedenfalls zeigen die Lindener Böden im Vergleich zu den 38 von Knop untersuchten Böden ein hohes Absorptionsvermögen für Ammoniakstickstoff, was ja auch auf ein solches für Kali schließen läßt. Der niedrigste für den sandigen Lehm des Meeschefeldes, Schlag III^b gefundene Absorptionscoëfficient, liegt in Knop'schen Zahlen ausgedrückt, zwischen 30 und 40; dann folgen in aufsteigender Linie 4 Böden zwischen 50 und 60; 2 zwischen 60 und 70; 1 zwischen 70 und 80; 2 zwischen 80 und 90; 2 zwischen 90 und 100; 3 überholen den Zahlenwerth 105 und werden nur vom Nilabsatz mit 135 übertroffen. —

Versuche über das Verhalten verschiedener Böden gegen Phosphorsäure liegen bis jetzt nur von Biedermann vor. Biedermann arbeitete mit einer Lösung, welche salpetersauren Kalk, schwefelsaure Magnesia, salpetersaures Kali und saures phosphorsaures Kali enthielt. Von seinen Versuchsreihen kann nur die eine (9 Böden umfassend) zum Vergleich herangezogen werden, welche unter Einhaltung des Verhältnisses Boden zu Lösung wie 1:2 bei gewöhnlicher Zimmertemperatur ausgeführt wurde[1]). Es kamen bei den Versuchen 50 Grm. Boden und 100 Cc. Lösung mit einem Gehalte von 0,3032 P_2O_5 zur Verwendung; die Lösung hatte also bezüglich des Phosphorsäuregehaltes etwas mehr als die doppelte Concentration der von mir in Anwendung gebrachten (mit 0,14 P_2O_5 pro 100 Cc.). An der ersten der beiden folgenden Tabellen sind die von mir vorgeschlagenen Absorptionscoëfficienten der Feinerden und Rohböden[2]) aufgeführt; in derselben ist die von

1) Die übrigen Reihen sind nicht vergleichbar, weil entweder ein anderes Verhältniß von Boden zu Lösung gewählt oder höhere Temperaturen angewandt wurden.

2) Biedermann giebt außer den Absorptionsgrößen der Feinerden auch die

Biedermann gelieferte petrographisch-geologische und agronomische Charakteristik seiner Versuchsböden genau Auszugsweise wiedergegeben [1]). Die zweite Tabelle stellt die Absorptionscoëfficienten der Lindener Böden (Feinerden und Rohböden) für P_2O_5 zusammen.

	Feinerde %	Absorptionscoëfficient für P_2O_5	
		der Feinerde	des Rohbodens
Boden von Böhrigen bei Roßwein (Sachsen), Thonschiefer und Kalksteinboden einschließend. Guter Weizen und Kleeboden, besonders für Hackfruchtbau geeignet	82,32	108,6	89,4
Boden ebendaher, Serpentinverwitterung? reich an Chlorit. Waldboden in steiler Lage, selbst Kiefern gedeihen nicht gut	20,49	13,0	2,6
Boden von Grünlichtenberg, nahe Böhrigen. Grobe Gesteinsbrocken nicht vorhanden. Ueber petrogr. und landwirthsch. Characteristik nichts mitgetheilt	97,52	208,2	203,2
Boden von Erbisdorf bei Freiberg. Grobe Gesteinsbrocken fehlen. Gneißverwitterung (glimmerich), für Klee, Raps, Weizen geeignet	75,81	214,2	162,4
Boden von Moeckern (Alluvium). Gröbere Gemengtheile: Quarzgerölle, untermengt mit einigen Thonerdeeisensilicaten	83,78	0,0	0,0
Boden von Thum bei Chemnitz, Glimmerschieferverwitterung mit wenigen Quarzbrocken zwischen den Glimmerlamellen. Durch Knochenmehldüngung kleefähig	61,16	344,4	212,6
Boden von Sorgau bei Zöblitz; liegt in der Serpentingegend, zeigt nichtsdestoweniger petrographische Abstammung von Glimmerschiefer	75,44	17,0	12,8
Boden von Schandau (Sächs. Schweiz) Quarzgerölle, Sand- und Kalksteinbrocken einschließend; 2—3 Mtr. mächtig dem Quadersandstein auflagernd	86,91	70,8	61,6
Russische Schwarzerde (Tschernosem)	90,00	62,8	56,6

der Rohböden an, während sich Knop auf die Angabe der Absorptionsgrößen der Feinerden beschränkt.

1) Bei der petrographisch-geologischen Characteristik scheint Biedermann nicht immer genügend beachtet zu haben, ob er ein reines Verwitterungsproduct vor sich hatte, oder ob demselben angeschwemmter Boden beigemengt war.

Absorptionscoefficient für P_2O_5 von Lindener Böden.
(100 Grm. Boden absorbiren aus 200 Cc. Lösung Milligr.).

	Absorptionscoëfficient	
	der Feinerde	des Rohbodens
Schwarzer humoser Thon, Buschfeld	162,56	153,029
Grauer Thon, Buschfeld	206,08	201,6676
Grauer Thon, Meeschefeld I	152,32	144,015
Alluviallehm (Altenauschlamm) Marktwegfeld VI S.	197,12	192,622
Humoser Lehm Marktwegfeld II S. W.	168,96	162,390
Humoser Lehm, Futterfeld	113,44	109,013
Lehm, Meeschefeld V	126,72	125,110
Heller Lehm, Marktwegfeld IV, S. O.	85,76	77,753
Diluviallehm, Stadtfeld II O.	108,80	104,040
Alluviallehm (Ocker), Stadtfeld IV	93,44	85,633
Lehm, Meeschefeld I	88,32	84,766
Lehm, Meeschefeld III[a]	99,84	86,631
Diluvial-Kies I, Meeschefeld IV	103,68	45,005
Diluvial-Kies II, Meeschefeld IV	111,36	71,201
Sandiger Lehm, Meeschefeld III[b]	57,60	50,892

Der Vergleich der in den beiden Tabellen enthaltenen Zahlen dürfte, besonders wenn man die Absorptionsgrößen der Rohböden berücksichtigt, den Schluß gestatten, daß auch das Absorptionsvermögen der Lindener Böden für Phosphorsäure so stark ist, daß sich eine befriedigende Ausnutzung der Phosphatdüngung von Seiten des Bodens erwarten läßt.

Wenn ich nun auch besonders in Anbetracht des unzulänglichen Vergleichsmaterials, die Schlüsse, welche die Ermittelung der Absorptionsgrößen auf den Bodenwerth gestatten, noch nicht als befriedigend zu bezeichnen wage, so habe ich doch die Ueberzeugung, daß mit der Zeit durch möglichst zahlreiche Bestimmungen der Absorptionscoëfficienten verschiedener Bodenarten ein werthvolles Material für Bonitirungszwecke gewonnen wird. Daß bei Böden von sehr ähnlicher mechanischer Zusammensetzung, wie z. B. den Lehmen des Marktwegfeldes und denen des Futterfeldes Bonitätsunterschiede in den Absorptionscoëfficienten ihren Ausdruck finden, ist bereits an früherer Stelle betont worden. Es wäre meines Erachtens nach zu wünschen, daß auch die geologischen Landesanstalten die Ermittelung der Absorptionscoëfficienten in das Bereich ihrer Untersuchung zögen. Allerdings muß man die Absorptionsgröße sowohl für Basen als auch für Phosphorsäure ermitteln;

denn bereits aus den vorliegenden Daten erhellt zur Genüge, wie verschieden beide bei dem gleichen Boden sein können. Ueberhaupt dürfte es sich wohl empfehlen nach einer möglichst rationellen, vereinbarten Methode zu arbeiten.

Die Besorgniß des Herrn Landesökonomierath Kaufmann, daß die Felder von Linden nicht genügende Mengen von Kali enthielten und mit der Zeit an diesem Nährstoff noch in höherem Maße verarmen möchten, veranlaßt mich, eine kurze Erörterung bezüglich der Nährstofffrage hier anzuschließen.

Die zehnjährige statische Berechnung der Nährstoff-Zufuhr und -Ausfuhr in dem Zeitraume von 1865—1875 ergab für die wichtigsten Nährstoffe: Stickstoff, Kali und Phosphorsäure folgendes Resultat:

Es wurden durch Düngung eingeführt:	1486 Ctr.N;	996 Ctr. K_2O;	1048 Ctr. P_2O_5
Es wurden in Wirthschaftsproducten ausgeführt:	1168 „ „	1008 „ „	485 „ „
Ergiebt + —	+ 318 „ „	—12 „ „	+ 563 „ „

Da die Größe des Areals des Ritterguts Linden beträgt:

Gärten, Hofraum, Wege und Unland	9	Hectar	47 Ar	2 □Meter
Ackerland	222	„	92 „	40 „
Wiesen	33	„	62 „	73 „
Summa	266	„	0,2 „	39 „

so stellt sich die zehnjährige statische Bilanz pro Hectar folgendermaßen:

	N		K_2O		P_2O_5	
	Ctr.	Kilo	Ctr.	Kilo	Ctr.	Kilo
Bei ausschließlicher Berücksichtigung des Ackerlandes . .	+ 1,430	+ 71,5	— 0,053	— 2,69	+ 2,524	+ 126,2
Unter Mitberücksichtigung der Wiesen	+ 1,244	+ 62,2	— 0,047	— 2,35	+ 2,203	+ 110,2

Das analytische Resultat von Prof. Wicke, welches nur 0,176 % in Salzsäure lösliches Kali in der Ackerkrume und 0,143 % im Untergrunde des fruchtbarsten Feldes des Ritterguts (Marktwegfeld) ergab,

Eine Entwässerung mittels Röhrendrainage ist hier nicht anwendbar, weil weder Vorfluth noch genügendes Gefälle vorhanden sind, beides auch nicht zu beschaffen ist. Die Petersen'sche Be- und Entwässerungsmethode wäre vielleicht durchführbar; jedoch müßte auch das für dieselbe erforderliche, allerdings geringe Gefälle z. Th. künstlich geschaffen werden; und es ist höchst zweifelhaft ob der Erfolg der kostspieligen Anlage entsprechen würde. Selbst das Drainiren durch Bohrlöcher[1]), welches an den Küsten Hollands auf Ländereien, welche nahezu in gleicher Höhe mit dem Meeresspiegel liegen, mit Erfolg und ohne unververhältnißmäßig hohe Kosten Anwendung gefunden hat, ist hier ausgeschlossen, weil es bei dieser Entwässerungsmethode nothwendig ist die undurchlässige Schicht zu durchbohren, was ja bei den Lagerungsverhältnissen beider Wiesen nicht möglich ist. Die einzige Möglichkeit, die Wiesen trockener zu legen, was wenigstens für einzelne Stellen wünschenswerth wäre, ist Erhöhung des Terrains durch Auffahren von Erde; sandiger Lehm würde das geeignetste Material zu diesem Zwecke sein. Selbstredend könnten derartige Erdfuhren nur gelegentlich im Winter bei Frostwetter vorgenommen werden.

1) Vgl. Toussaint, die Bodenkultur und das Wasser. Breslau 1872. S. 178 ff.

Anhang.

Analytiſche Methoden und Belege.

Eine ausführliche Beſchreibung der mechaniſchen Analyſe mit dem Schoene'ſchen Schlämmapparate, wie ſie auch für die vorliegende Arbeit in Anwendung kam, iſt bereits in einer früheren Schrift: „Die agronomiſche Bodenunterſuchung und Kartirung ꝛc., Berlin 1879" gegeben. Auch die übrigen in Anwendung gebrachten Unterſuchungsmethoden ſind z. Th. in der angezogenen z. Th. im Texte der vorliegenden Schrift beſchrieben. Ich erwähne daher hier nur kurz, daß Kalk-, Humus- und Waſſerbeſtimmungen in gleicher Weiſe wie früher ausgeführt wurden und beſchränke mich im Uebrigen darauf, die bei den Unterſuchungen über Abſorptionsgröße in Anwendung gebrachten Methoden hier kurz im Zuſammenhange folgen zu laſſen.

Von den lufttrockenen Schlämmproducten und einer Anzahl lufttrockener Feinerden wurden 25 Grm. und im übrigen 50 Grm. lufttrockene Feinerde mit 100 Cc. der Abſorptionslöſung im dicht verſchloſſenen Kolben unter wiederholtem Umſchütteln 24 Stunden lang bei Zimmertemperatur in Berührung gebracht, dann wurde möglichſt ſchnell durch ein lufttrocknes Faltenfilter in ein trockenes Becherglas abfiltrirt, während des Filtrirens Trichter und Glas bedeckt gehalten und das Filtrat analyſirt.

Als Abſorptionsflüſſigkeit dienten:

1) Salmiaklöſung mit etwa 1,4 Grm. N pro Liter. Der Stickſtoff wurde mit je 10 Cc. Löſung im (von P. Wagner verbeſſerten) Knop'ſchen Azotometer durch Zerſetzung mittels unterbromigſaurem Natron beſtimmt (vgl. Zeitſchrift für analyt. Chemie XIII, 383) und der dem Volumen nach ermittelte Stickſtoff mit Hülfe der Dietrichſchen Tabelle dem Gewichte nach berechnet (Zeitſchr. f. anal. Chemie V, 40). Die in Anwendung gebrachten Salmiaklöſungen enthielten Grm. N pro Liter:

Zu den feinſten Theilen des Kaolin: 1,3886
Zu den übrigen Schlämmproducten: 1,3570
Zu den Feinerden: 1,4544

Ich laſſe die analytiſchen Belege für die angeführten Zahlen folgen.

	B. Mm.	t. ° C.	Abgelesen Cc. N	Absorbirt von der Bromlauge Cc. N	10 Cc. enthalten N Grm.	100 Cc. enthalten N Grm.
Lösung zum Kaolin, feinste Theile						
1. Bestimmung	748,0	23,0	12,2	0,33	0,013894	0,13894
2. „	748,0	20,0	12,0	0,33	0,013878	0,13878
Lösung zu den übrigen Schlämmproducten 1. Bestimmung	754,5	21,5	11,7	0,33	0,01357	0,1357
2. „	754,5	21,5	11,7	0,33	0,01357	0,1357
Lösung zu den Feinerden						
1. Bestimmung	748,5	18,0	12,6	0,35	0,014717	0,14717
2. „	749,5	20,0	12,5	0,35	0,014503	0,14503
3. „	749,0	21,0	12,5	0,35	0,014412	0,14412

2) Eine Lösung von Monocalciumphosphat mit etwa 1,4 P_2O_5 im Liter. Bezüglich der Darstellung des Salzes verweise ich auf das Seite 31 und 32 dieser Schrift in der Anmerkung Gesagte.

Das Salz soll nach der Formel berechnet 56,35 % P_2O_5 enthalten; Wattenberg fand (Journal für Landwirthschaft 1879, S 31) als Mittel aus zwei Bestimmungen 56,70 % P_2O_5. Nach meiner Analyse enthielt das über Schwefelsäure getrocknete Salz P_2O_5:

	Angewandt Grm.	Gefunden Grm. $(MgO)_2P_2O_5$	entspricht P_2O_5	entspricht % P_2O_5
1)	0,0964	0,085	0,05420	56,431
2)	0,0964	0,085	0,05440	56,431
3)	1,25	0,111	0,07104	56,832

Die Phosphorsäure wurde aus je 25 Cc. Lösung mit Molybdänlösung und Chlormagnesiummixtur, beide Lösungen nach den von den Versuchsstationen vereinbarten Vorschriften dargestellt unter Beobachtung der nothwendigen Cautelen (annäherndes Neutralisiren des in kochender verdünnter Ammoniaklösung (1 : 3) gelösten Niederschlages mit Salzsäure, nach dem Erkalten der Flüssigkeit Ausfällen des Niederschlages durch allmählichen Zusatz von 10 Cc. Chlormagnesiumlösung ꝛc.) bestimmt.

Der Gehalt der Absorptionslösung an P_2O_5 betrug

	Gefunden in 25 Cm. Grm. $(MgO)_2P_2O_5$	entspricht P_2O_5 Grm.	entspricht P_2O_5 Grm. pro Liter	
vor den Versuchen: 1. Bestimmung	0,0560	0,03584	1,4336	Mittel 1,4272
2. „	0,0555	0,03552	1,4208	
nach den Versuchen:	0,0555	0,03552	1,4208	

Belege zu den Absorptionsversuchen mit Salmiaklösung.

	Gegeben in 100 Cc. Grm. N	Gefunden in 100 Cc. Grm. N	Absorbirt Grm. N	100 Grm. lufttrockener Boden absorbir. Grm. N
1. 25 Grm. lufttrockener Boden + 100 Cc. Lösung.				
Kaolin, feinste Theile, 1. Versuch	0,13886	0,12222	0,01664	0,06656
" " " 2. "	0,13886	0,12101	0,01785	0,07140
" Staub	0,13570	0,13287	0,00282	0,01132
Tertiärthon, feinste Theile, 1. Versuch	0,13570	0,09093	0,04477	0,17908
" " " 2. "	0,13570	0,09258	0,04312	0,17248
" Staub	0,13570	0,11677	0,01893	0,07572
Lößmergel, feinste Theile, 1. Versuch	0,13570	0,08823	0,04747	0,18988
" " " 2. "	0,13570	0,08967	0,04603	0,18412
" " Staub 1. "	0,13570	0,12252	0,01318	0,05272
" " " 2. "	0,13570	0,12336	0,01234	0,04936
Lößlehm, feinste Theile	0,13570	0,07540	0,06030	0,24120
" Staub	0,13570	0,12853	0,00717	0,02868
Absorptionsversuche mit Feinerden.				
Schwarzer humoser Thon, Buschfeld	0,145440	0,100409	0,045031	0,18012
Grauer Thon, Meeschefeld I	0,14544	0,08938	0,05606	0,22424
Diluviallehm, kalkfrei, Meeschefeld I	0,14544	0,12220	0,02324	0,09296
Diluviallehm, kalkfrei, Stadtfeld I	0,14544	0,12655	0,01889	0,07556
Diluviallehm, humos, Marktwegfeld	0,14544	0,10957	0,03587	0,14348
Diluviallehm, humos, Futterfeld	0,14544	0,11364	0,03180	0,12720
2. 50 Grm. lufttrockener Boden + 100 Cc. Lösung.				
Schwarzer, humoser Thon, Buschfeld	0,14544	0,07247	0,07297	0,14594
Grauer Thon, Buschfeld I	0,14544	0,09038	0,05506	0,11012
Grauer Thon, Meeschefeld I	0,14544	0,06712	0,07832	0,15664
Alluviallehm (Altenauschlamm)	0,14544	0,07687	0,06857	0,13714
Humoser Lehm, Marktwegfeld	0,14544	0,08260	0,06284	0,12568
Humoser Lehm, Futterfeld	0,14544	0,10052	0,04493	0,08986
Lehm, Meeschefeld IV, S., 50—60 Cm.	0,14544	0,08528	0,06016	0,12032
Heller Lehm, Marktwegfeld IV, S.O., 1. Versuch	0,14544	0,11056	0,03484	0,06968
Heller Lehm, Marktwegfeld IV, S.O., 2. Versuch	0,14544	0,11060	0,03484	0,06968
Diluviallehm, Stadtfeld II, O.	0,14544	0,10671	0,03873	0,06746
Alluviallehm, Stadtfeld IV	0,14544	0 11251	0,03293	0,06586
Lehm, Meeschefeld I	0,14544	0,10522	0,04022	0,08044
Lehm, Meeschefeld III, 50 Cm.	0,14544	0,09202	0,05342	0,10684
Diluvialkies I, Meeschefeld IV	0,14544	0,11244	0,03300	0,06600
Diluvialkies II, Meeschefeld IV 1. Versuch	0,14544	0,11259	0,03285	0,06570
" " 2. "	0,14544	0,11317	0,03227	0,06454
Sandiger Lehm, Meeschefeld III[a]	0,14544	0,12378	0,02166	0,04332

Belege zu den Stickstoffbestimmungen.

	B.	t.	Abgelesen	Absorbirt von der Bromlauge	10 Cc. enthalten	100 Cc. enthalten
	m.	° C.	Cc. N	Cc. N	N Grm.	N Grm.
1) 25 Grm. lufttrockener Boden + 100 Cc. Lösung.						
Kaolin, feinste Theile, 1. Versuch, 1. Bestimmung	757,0	22,0	10,6	0,29	0,012287	0,12287
" " " " " 2. "	756,5	22,0	10,5	0,29	0,012157	0,12157
" " " 2. " 1. "	756,5	22,0	10,5	0,29	0,012157	0,22157
" " " " " 2. "	756,0	22,0	10,4	0,29	0,012045	0,12045
" Staub 1. Bestimmung	754,5	22,5	11,5	0,32	0,013248	0,13248
" " 2. "	754,5	23,0	11,6	0,32	0,013327	0,13327
Tertiärthon, feinste Theile, 1. Versuch, 1. Bestimmung	751,0	24,5	8,0	0,23	0,009093	0,09093
" " " " " 2. "	751,0	24,5	8,0	0,23	0,009093	0,09093
" " " 2. " 1. "	751,0	24,5	8,1	0,23	0,009203	0,09203
" " " " " 2. "	751,25	24,5	8,2	0,23	0,009314	0,09314
" Staub 1. Bestimmung	755,0	23,0	10,1	0 28	0,0116208	0,116208
" " 2. "	755,0	23,0	10,2	0,28	0,011733	0,11733
Lößmergel, feinste Theile, 1. Versuch, 1. Bestimmung	756,0	23,0	7 7	0,22	0,008879	0,08879
" " " " " 2. "	756,0	23,0	7,6	0,22	0,008767	0,08767
" " " 2. " 1. "	756,0	23,0	7,7	0,22	0,008879	0,08879
" " " " " 2. "	755,5	24,0	7,9	0,22	0,009056	0,09056
" Staub 1. Versuch, 1. Bestimmung	756,0	24,0	10,7	0,29	0,012257	0,12257
" " " " " 2. "	756,0	24,0	10,6	0,29	0,012246	0,12246
" " " 2. " 1. "	756,0	24,0	10,6	0,29	0,012246	0,12246
" " " " " 2. "	755,5	25,0	10,9	0,30	0,012427	0,12427
Lößlehm, feinste Theile, 1. Bestimmung	754,5	21,5	6,6	0,18	0,007649	0,07649
" " " 2. "	754,5	21 0	6,4	0,18	0,007431	0,07431
" Staub 1. "	754,5	21,5	11,0	0,31	0,012853	0,12853
" " 2. "	754,5	21,5	11,0	0,31	0,012853	0,12853

	B. m.	t. ° C.	Abgelesen Cc. N	Absorbirt von der Bromlauge Cc. N	10 Cc. enthalten N Grm.	100 Cc. enthalten Grm. N
Absorptionsversuche mit Feinerden:						
Schwarzer, humoser Thon, Buschfeld, 1. Bestimmung	745,5	11,0	8,3	0,24	0,009993	0,09993
" " " 2. "	745,0	14,0	8,5	0,25	0,010089	0,10089
Grauer Thon, Meeschefeld I, " 1. Bestimmung	739,0	13 5	7,7	0,22	0,009053	0,09053
" " " 2. "	739,0	13,5	7,5	0,22	0,008824	0,08824
Diluviallehm, kalkfrei, Meeschefeld I, 1. "	748,5	14,0	10,2	0,28	0,012133	0,12133
" " " " 2. "	748,5	15,0	10,4	0,28	0,012308	0,12308
Diluviallehm, humos, Marktwegfeld, 1.	749,5	18,0	9,5	0,26	0,011072	0,11072
" " " " 2. "	749,5	19,0	9,3	0,26	0,010842	0,10842
Diluviallehm, humos, Futterfeld, 1. "	737,0	13,0	9,7	0,27	0,011422	0,11422
" " " " 2. "	737,0	13,0	9,6	0,27	0 011307	0,11307
Diluviallehm, kalkfrei, Stadtfeld II, 1. "	735,0	17,0	11,0	0,31	0,012686	0,12686
" " " " 2. "	735,0	18,0	11,0	0,31	0,012625	0,12625
2) 25 Grm. lufttrockener Boden + 100 Cc. Lösung						
Schwarzer, humoser Thon, Buschfeld, 1. "	751,0	13,0	6,3	0,18	0,007567	0,07567
" " " " 2. "	751,0	14,0	5,9	0,18	0,007068	0,07068
Grauer Thon, Buschfeld, " 1. Bestimmung	757,5	13,0	6,9	0,21	0,008481	0,08481
" " " " 2. "	757,5	18,0	8,1	0,23	0,009596	0,09596
Grauer Thon, Meeschefeld I, 1. "	730,0	13,0	5,9	0 17	0,006886	0,06886
" " " " 2. u. 3. "	730,0	14,0	5,7	0,17	0,006630	0,06630
Alluviallehm (Altenaueschlamm) 1. Bestimmung	748,5	13,0	6,2	0,18	0,007420	0,07420
" " " 2. "	746,5	14,0	6,7	0,19	0,007955	0,07055
Humoser Lehm, Marktwegfeld, 1. "	748,0	18,0	7,2	0,21	0,008421	0,08421
" " " 2. "	748,0	17,5	6,9	0,21	0,008099	0,08099
Humoser Lehm, Futterfeld, 1. "	750,5	13,0	8,4	0 24	0,010075	0,10075
" " " 2. "	751,0	14,0	8,3	0,24	0,010027	0,10027

	B. m.	t ° C.	Abgelesen Cc. N	Absorbirt von der Bromlauge Cc. N	10 Cc enthalten N Grm.	100 Cc. enthalten N Grm.
Lehm, Meeschefeld IV, S., 1. Bestimmung	756,0	12,0	7,0	0,21	0,008513	0,08513
" " " " 2. "	754,0	14.0	7,1	0,21	0,008542	0,08542
Heller Lehm, Marktwegfeld, 1. Versuch, 1. Bestimmung	754,0	16,0	9,1	0,26	0,0108255	0,10825
" " " " " 2. "	754,0	16,0	9,1	0,26	0,0108255	0,10825
" " " " 2. " 1. "	752,0	15,0	9,3	0,26	0,011077	0,11077
" " " " " 2. "	753,0	16,0	9,3	0,26	0,011042	0,11042
Diluviallehm, Stadtfeld II, O., 1. Bestimmung	729,5	14,0	9,1	0,26	0,010671	0,10671
" " " " 2. "	729,5	14,0	9,1	0,26	0,010671	0,10671
Alluviallehm, Stadtfeld IV, " 1. "	740,0	10,0	9,4	0,26	0,012607	0,12607
" " " " 2. "	741,5	11,0	9,4	0,26	0,012421	0,12421
Lehm, Meeschefeld I, " 1. "	743,5	18,0	9,0	0,26	0,010466	0,10466
" " " " 2. "	743,5	18,0	9,1	0,26	0,010575	0,10579
Lehm, Meeschefeld III, 50 Cm., 1. "	737,0	12,0	7,8	0,22	0,009228	0,09228
" " " " 2. "	736,0	13,0	7,8	0,22	0,009175	0,09175
Diluvialkies I, Meeschefeld IV, 1. "	758,5	17,0	9,5	0,27	0,011308	0,11308
" " " " 2. "	758,5	17,0	9,4	0,26	0,011181	0,11181
" II, " " 1. Versuch, 1. Bestimmung	760,5	14,0	9,2	0,26	0,011131	0,11131
" " " " " 2. "	758,5	15,5	9,5	0,27	0,011387	0,11387
" " " " 2. " 1. "	756,5	16,0	9,5	0,27	0,011330	0,11330
" " " " " 2. "	756,5	16,5	9,5	0,27	0,011304	0,11304
Sandiger Lehm, Meeschefeld III^{b}, " 1. Bestimmung	757,5	12,0	10,0	0,28	0,012171	0,12171
" " " " 2. "	756,5	14,0	10,5	0,28	0,012586	0,12586

Belege zu den Absorptionsversuchen mit Monocalciumphosphat.

	Gegeben in 100 Cc. g P_2O_5	Gefunden in 100 Cc. g P_2O_5	Absorbirt g P_2O_5	100 g lufttrockener Boden absorbiren g P_2O_5
1. 25 Grm. lufttrockener Boden + 100 Cc. Lösung				
Kaolin, feinste Theile, 1. Versuch	0,14272	0,12416	0,01856	0,07424
" " " 2. "	0,28544	0,24832	0,03712	0,07424
(50 Grm. lufttr. Boden + 200 Cc. Lösung)				
Kaolin feinste Theile, Staub 1. Versuch	0,14272	0,13632	0,0064	0,0256
" " " 2. "	0,14272	0,13568	0,00704	0,02812
Tertiärthon, feinste Theile	0,14272	0,09664	0,04608	0,18432
" Staub	0,14272	0,12032	0,02240	0,08960
Lößmergel, feinste Theile, 1. Versuch	0,14272	0,03200	0,11072	0,44288
" " " 2. "	0,14272	0,03648	0,10624	0,42496
" Staub	0,14272	0,12160	0,02112	0,08448
Lößlehm, feinste Theile	0,14272	0,07360	0,06912	0,27648
" Staub	0,14272	0,13184	0,01088	0,04352
Absorptionsversuche mit Feinerden.				
Schwarzer, humoser Thon, Buschfeld	0,14272	0,10048	0,04224	0,16896
Grauer Thon, Buschfeld	0,14272	0,06976	0,07296	0,29174
Grauer Thon, Meeschefeld I	0,14272	0,1024	0,04032	0,16128
Heller Lehm, Marktwegfeld	0,14272	0,11640	0,02632	0,10528
Humoser Lehm, Marktwegfeld	0,14272	0,09588	0,04684	0,18736
Humoser Lehm, Futterfeld	0,14272	0,11544	0,02728	0,10912
Alluviallehm, Stadtfeld	0,14272	0,11520	0,02752	0,11008
2. 50 Grm. lufttrockener Boden + 100 Cc. Lösung.				
Schwarzer, humoser Thon, Buschfeld	0,14272	0,06144	0,08128	0,16256
Grauer Thon, Buschfeld	0,14272	0,03968	0,10304	0,20608
Grauer Thon, Meeschefeld I	0,14272	0,06656	0,07616	0,15232
Alluviallehm (Altenauschlamm)	0,14 72	0,04416	0,09856	0,19712
Humoser Lehm, Marktwegfeld	0,14272	0,05824	0,08448	0,16896
Humoser Lehm, Futterfeld	0,14272	0,08600	0,05672	0,11344
Lehm, Meeschefeld IV, S., 50—60 Cm.	0,14272	0,07936	0,06336	0,12672
Heller Lehm, Marktwegfeld IV, SO.	0,14272	0,09984	0 04288	0,08576
Diluviallehm, Stadtfeld II, O.	0,14272	0,08832	0,05440	0,10880
Alluviallehm, Stadtfeld VI	0,14272	0,09600	0,04672	0,09344
Lehm, Meeschefeld I	0,14272	0,09856	0,04416	0,08832
Lehm, Meeschefeld III, 50 Cm.	0,14272	0,09280	0,04992	0,09984
Diluvialkies I, Meeschefeld IV	0,14272	0,09088	0,05184	0,10368
Diluvialkies II, Meeschefeld IV	0,14272	0,08704	0,05568	0,11136
Sandiger Lehm, Meeschefeld III[b]	0,14272	0,11392	0,02880	0,05760

Belege zu den Phosphorsäurebestimmungen.

	Gefunden in 25 Cc. $(MgO)_2 P_2O_5$ Grm.	entspricht Grm. P_2O_5	entspricht Grm. P_2O_5 pro 100 Cc.
1) 25 Grm. Boden + 100 Cc. Lösung.			
Kaolin, feinste Theile, 1. Versuch	0,0485	0,031040	0,124160
" " " 2. "	0,0485	0,031040	0,12416
" Staub, " 1. Versuch, 1. Bestimmung	0,0530	0,03392	0,13268
" " " 1. " 2. "	0,0535	0,03424	0,13696
" " " 2. "	0,0530	0,03392	0,13268
Tertiärthon, feinste Theile, 1. "	0,0385	0,02464	0,09856
" " " 2. "	0,0370	0,02368	0,09472
" Staub " 1. "	0,047	0,03008	0,12032
" " " 2. "	0,047	0,03008	0,12032
Lößmergel, feinste Theile, 1. Versuch, 1. "	0,0115	0,00736	0,02944
" " " " " 2. "	0,0135	0,00864	0,03456
" " " 2. " 1. "	0,0145	0,00928	0,03712
" " " " " 2. "	0,0140	0,00896	0,03584
" Staub, 1. "	0,0475	0,0304	0,12160
" " 2. "	0,0475	0,0304	0,12160
Lößlehm, feinste Theile, 1. "	0,0290	0,01856	0,07124
" " " 2. "	0,0285	0,01824	0,07296
" Staub	0,0515	0,03296	0,13184
Schwarzer, humoser Thon, Buschfeld, 1. Bestimmung	0,0385	0,02464	0,09856
" " " 2. "	0,0400	0,0256	0,1024
Grauer Thon, Buschfeld 1. "	0,0280	0,01792	0,07168
" " " 2. "	0,0265	0,01696	0,06784
Grauer Thon, Meeschefeld I, 1. "	0,040	0,02560	0,10240
" " " 2. "	0,040	0,02560	0,10240
Heller Lehm, Markttwegfeld 1. "	0,048	0,02962	0,11848
" " " 2. "	0,045	0,02880	0,11520
Humoser Lehm, Markttwegfeld, 1. "	0,0365	0,02336	0,09344
" " " 2. "	0,0370	0,02458	0,09832
Humoser Lehm, Futterfeld 1. "	0,047	0,02988	0,11952
" " " 2. "	0,0435	0,02784	0,11136
Alluviallehm, Stadtfeld 1. "	0,0455	0,02912	0,11648
" 2. "	0,0445	0,02846	0,11392

		Gefunden in 25 Cc. $(MgO)_2P_2O_5$ Gr.	entſpricht Grm. P_2O_5	entſpricht Grm. P_2O_5 pro 100 Cc.
2) 50 Grm. lufttrockener Boden + 100 Cc. Löſung				
Schwarzer humoſer Thon, Buſchfeld,	1. Beſtimmung	0,0245	0,01568	0,06272
" " "	2. "	0,0235	0,01504	0,06016
Grauer Thon, Buſchfeld,	1. "	0,0150	0,00960	0,03840
" " "	2. "	0,0160	0,01024	0,04096
Grauer Thon, Meeſchefeld I,	1. "	0'0250	0,01600	0,06400
" " "	2. "	0,0270	0,01728	0,06912
Alluviallehm (Altenauſchlamm)	1. "	0,016	0,01024	0,04096
" "	2. "	0,0185	0,01184	0,04736
Humoſer Lehm, Marktwegfeld,	1. "	0,0225	0,01440	0,05760
" " "	2. "	0,0230	0,01472	0,05888
Humoſer Lehm, Futterfeld,	1. "	0,0345	0,02188	0,08752
" " "	2. "	0,0330	0,02112	0,08448
Lehm, Meeſchefeld IV, S. 50—60 Cm.	1. "	0,0310	0,01984	0,97936
" " "	2. "	9,0310	0,01984	0,07936
Heller Lehm, Marktwegfeld IV, SO.	1. "	0,040	0,0256	0,1024
" " "	2. "	0,038	0,02432	0,09728
Diluviallehm, Stadtfeld II, O.,	1. "	0,0355	0,02272	0,09088
" " "	2. "	0,0335	0,02144	0,08576
Alluviallehm, Stadtfeld IV,	1. "	0,0380	0,02432	0,09728
" " "	2. "	0,0370	0,02368	0,09472
Lehm, Meeſchefeld I,	1. "	0,040	0,02560	0,10240
" " "	2. "	0,037	0,02368	0,09472
Lehm, Meeſchefeld III, 50 Cm.	1. "	0,0365	0,02336	0,09344
" " "	2. "	0,0360	0,02304	0,09216
Diluvial-Kies I, Meeſchefeld IV,	1. "	0,0350	0,02240	0,08960
" " "	2. "	0,0360	0,02304	0,09216
Diluvial-Kies II, Meeſchefeld IV,	1. "	0,0340	0,02176	0,08704
" " "	2. "	0,0340	0,02176	0,08704
Sandiger Lehm, Meeſchefeld III^b,	1. "	0,0445	0,02848	0,11392
" "	2. "	0,0445	0,02848	0,11392

Belege zu den Bestimmungen des hygroscopischen Wassers in lufttrockenen Feinerden.

	Angewandt Grm. lufttrockenen Bodens	Gefunden Grm. trockener Boden	Entspricht Grm. H_2O	Entspricht % H_2O des lufttrockenen Bodens	Entspricht % des trockenen Bodens
Schwarzer humoser Thon, Buschfeld	6,455	6,095	0,360	5,577	5,906
Grauer Thon, Buschfeld .	8,139	7,819	0,320	3,931	4,092
Grauer Thon, Meeschefeld I in 30 Cm. Tiefe . . .	7,440	7,085	0,355	4,771	5,010
Marktwegfeld, S., heller Lehm in 15 Cm. Tiefe .	6,059	5,9805	0,0785	1,295	1,317
Marktwegfeld, SO., humoser Lehm 20—30 Cm. .	5,5605	5,479	0,0815	1,465	1,489
Futterfeld, humoser Lehm, 20—30 Cm.	5,660	5,518	0,142	2,509	2,573
Stadtfeld IV, Alluviallehme, 10—20 Cm. . . .	6,210	6,125	0,085	1,368	1,387
Stadtfeld II, O., Diluviallehm, 20—30 Cm. . .	6,459	6,354	0,105	1,625	1,652
Meeschefeld I, Lehm, 15—40 Cm.	6,380	6,2735	0,1065	1,669	1,697
Meeschefeld IV, Diluvialkies I	7,341	7,246	0,095	1,294	1,311
Meeschefeld IV, Diluvialkies II, ...	6,687	6,577	0,110	1,642	1,672
Meeschefeld IV, S., kalkhaltiger Lehm, 50—60 Cm.	9,011	8,733	0,278	3,085	3,183
Meeschefeld III^a, N., sandiger Lehm, 15—25 Cm.	9,6575	9,4535	0,2040	2,112	2,157
Meeschefeld III^1, Lehm, 50—60 Cm.	8,604	8,342	0,262	3,045	3,140
Marktwegfeld IV, Alluviallehm (Altenaueschlamm), 10—20 Cm.	7,024	6,720	0,304	4,328	4,556

Belege zu den Glühverlustbestimmungen (excl. hygrosc. H_2O) in lufttrockenen Feinerden.

	Angewandt Grm. lufttrockener Boden	Entspricht Grm. lufttrockener Boden	Gefunden Grm. Glühverlust	Entspricht % des lufttrockenen Bodens	Entspricht % des lufttrockenen Bodens
Buschfeld, schwarzer humoser Thon	6,455	6,095	0,369	5,716	5,906
Buschfeld, grauer Thon .	8,139	7,819	1,181	14,510	15,104
Meeschefeld I, grauer Thon, 30 Cm.	7,440	7,085	0,380	5,107	5,010
Marktwegfeld SW., heller Lehm, 15 Cm. . . .	6,059	5,9805	0,0875	1,444	1,463
Marktwegfeld SO., humoser Lehm, 20—30 Cm. .	5,5605	5,479	0,367	6,600	6,698
Futterfeld, humoser Lehm, 20—30 Cm.	5,660	5,518	0,243	4,293	4,403
Stadtfeld IV, Alluviallehm, 10—20 Cm.	6,210	6,125	0,293	4,718	4,783
Stadtfeld II, O., Diluviallehm, 76—36 Cm. . .	6,459	6,354	0,1585	2,4539	2,494
Meeschefeld I, Lehm, 15—40 Cm.	6,380	6,2735	0,182	2,852	2,091
Meeschefeld IV, Diluvialkies I	7,341	7,246	0,255	3,473	3,519
Meeschefeld IV, Diluvialkies II	6,687	6,577	0,2505	3,743	3,808
Meeschefeld IV, S., kalkhaltiger Lehm, 50—60 Cm.	9,011	8,733	0,245	2,718	2,805
Meeschefeld III^b, N., sandiger Lehm, 15—25 Cm.	9,6575	9,4535	0,2055	2,127	2,173
Meeschefeld III^a, Lehm, 50—60 Cm.	8,604	8,342	0,199	2,312	2,385
Marktwegfeld VI, Alluviallehm (Altenaueschlamm), 10—20 Cm.	7,024	6,720	0,543	7,730	8,080

Belege zu der Bestimmung der kohlensauren alkalischen Erden in lufttrockenen Feinerden.

	Angewandt Grm. lufttrockene Feinerde	Gefunden Grm. CO_2	Entspricht % CO_2	Entspricht % CaO	Entspricht % $CaOCO_2$
Thongrube Ahlum, graublauer Thon	2,50	0,005	0,200	0,2546	0,4546
Thongrube Ahlum, gelber Thon	5,00	0,2175	4,250	5,410	9,660
Buschfeld, grauer Thon, 50 Cm.	5,00	0,503	10,060	12,806	22,866
Marktwegfeld VI, röthlicher Thon unter Lehmmergel, 150 Cm.	5,00	0,315	6,300	8,0199	14,3199
An der Harzbahn, grauer Thon in 5 Meter Tiefe	5,00	0,281	5,620	7,154	12,774
Meeschefeld I, grauer Thon, 30 Cm.	5,00	0,034	0,680	0,8656	1,5456
Meeschefeld I, mergeliger Grauer Thon (Flammenmergel), 130—140 Cm.	1,00	0,067	6,700	8,529	15,229
Buschfeld, braungelber Thon unter Lehm, 45—50 Cm.	5 00	0,007	0,140	0,1782	0,3182
Meeschefeld IV, Thon (weiß) 10—20 Cm.	2,00	0,455	22,750	34,4607	51.7107
Wiese an der Altenau-Mitte. Eisenschüssiger Schlamm	5'00	0,049	0,98	1,2475	2,2275
Wiese an der Altenau O., feinsandiger Lehm	5,00	0,026	0,52	0,66196	1,18196
Thongrube Ahlum, Diluviallehm auf Thon	5,00	0,0615	1,230	1,56579	2,79579
Meeschefeld III^b, Mergelnest, 150 Cm.	2,00	0,146	7,300	9,2929	16,5929
Meeschefeld III^b, Sandmergel unter Lehm	2,00	0,097	4,850	6,17405	11,02405
Meeschefeld III^b, feinkörniger Diluvialsand	5,00	0,0315	0,630	0,80199	1,23199
Meeschefeld III^b, Diluvialkies mit Bryozoen	5,00	0,077	1,540	1,96042	3,50042
Meeschefeld III^b, feinkörniger Diluvialsand, 400 Cm.	5,00	0,061	1,220	1,55306	2,77306

	Angewandt Grm. lufttrockene Feinerde	Gefunden Grm. CO_2	Entspricht % CO_2	Entspricht % CaO	Entspricht % $CaOCO_2$
Marktwegfeld II, SW., gelber Lehm unter schwarzem, 80—100 Cm.	5,00	0,024	0,480	0,61104	1,09104
Marktwegfeld II, SW., gelber Lehm unter schwarzem, tiefere Schicht, 100—150 Cm.	5,00	0,0105	0,210	0,26733	0,47733
Marktfeld II, SW., feinsandiger gelber Lehmmergel, 200 Cm.	5,00	0,191	3,820	4,86286	8,68286
Marktwegfeld I, NO., Lehmmergel, 170—200 Cm.	2,50	0,098	3,920	4,99016	8,91016
Marktwegfeld I, NW., Lehmmergel, 100—150 Cm.	2,00	0,115	5,750	7,31975	13,06975
Marktwegfeld V, Lehmmergel unter Lehm über röthlich-grauem Thon, 50—100 Cm.	2,50	0,0815	3,260	4,14998	7,40998
Buschfeld NW, lößartiger Lehm, 80—100 Cm.	5,00	0,0165	0,330	0,42009	0,75009
Buschfeld NO., Lehm, 100—200 Cm.	2,50	0,083	3,320	4,22636	7,54636
Stadtfeld III, Profil an der Mühle kalkhaltiger Lehm, 50—75 Cm., dann Pläner	2,50	0,070	2,800	3,5644	6,3644
Stadtfeld IV, Alluviallehm, 10—20 Cm.	5,00	0,0105	0,210	0,26733	0,47733
Stadtfeld III, sandiger Lehm, 170 resp. 90 Cm. mächtig.	5,00	0,0075	0,150	0,19095	0,34098
Stadtfeld III, Ockerkies, 200—300 Cm.	2,50	0,084	3,360	4,27518	7,63515
Plänergerölle im Untergrunde des Stadtfeldes	1,00	0,3955	39,550	50,34715	89,89715
Oesel, Löß auf Muschelkalk	2,00	0,1015	5,075	6,460475	11,535475

	Angewandt Grm. lufttrockene Feinerde	Gefunden Grm. CO_2	Entspricht % CO_2	Entspricht % CaO	Entspricht % $CaOCO_2$
Meeschefeld IV, SO., Lehm, 130 Cm.	2,50	0,072	2,880	3,66624	6,54624
Meeschefeld IV, Diluvialkies I	5,00	0,037	0,740	0,94202	1,68202
Meeschefeld IV, Diluvialkies II	5,00	0,051	1,020	1,29846	2,31846
Meeschefeld IV, S., Lehm, 50—60 Cm.	2,00	0,073	3,650	4,64645	8,29645
Meeschefeld V, Lehm, 150 Cm.	2,50	0,040	1,600	2,0368	3,6368
Meeschefeld V, Mergel in 230 Cm. Tiefe	2,00	0,09705	4,8525	6,1772325	11,0297325
Futterfeld W., humoser Lehm, 20—30 Cm.	5,00	0,0085	0,170	0,21641	0,38641
Futterfeld W., Lehm, 120—130 Cm.	2,00	0,074	3,700	4,7101	8,4101
Futterfeld W., Lehm, 75 Cm.	2,50	0,032	1,280	1,62944	2,90944
Meeschefeld III^b, N., Sand, 1—1,5 Meter	5,00	0,0315	0,630	0,80199	1,43199
Wiese, Altenau-Ocker, humoser Lehm über Thon, 15—30 Cm.	2,00	0,061	3,050	3,88265	3,93265
Neue Wiese, humoser Thonmergel, 25—30 Cm.	5,00	0,064	1,280	1,62944	2,90944
Wiese Altenau, humoser Wiesenmergel, 20—35 Cm.	5 00	0,062	0,440	0,55912	0,99912
Stadtfeld II, O., Diluviallehm, 20—30 Cm.	,00	0,0245	0,490	0,62377	1,11377
Futterfeld W., Lehm in 200 Cm. Tiefe	52,0	0,079	3,950	5,02835	8,97835
Wiese hinterm Garten an der Bahn, thonig-sandiger Lehm, 50 Cm.	5,00	0,0225	0,450	0,57285	1,02285
Marktwegfeld VI, an der Altenau, Alluviallehm, 10—20 Cm. (Altenauschlamm)	5,00	0,2405	4,810	6,12313	10,93313

Belege zu den Humusbestimmungen.

	Angewandt Grm. lufttrockene Feinerden	Gefunden Grm. CO_2	Entspricht % CO_2	Entspricht % C	Entspricht % Humus mit 58 % C
Buschfeld, schwarzer Thon, 50 Cm.	5,00	0,1935	3,870	1,05651	1,82277
Wiese an der Altenau, eisenschüssiger Schlamm	5,00	0,154	3,080	0,84084	1,45068
Wiese an der Altenau, feinsandiger Lehm	5,00	0,0715	1,430	0,39039	0,67353
Meeschefeld III^b, Lehm, Kulturschicht, höchstens 1 Meter	10,00	0,261	2,610	0,71253	1,22931
Marktwegfeld SW., humoser Lehm, 20—30 Cm.	5,00	0,214	4,280	1,16844	2,01588
Marktwegfeld SO., heller Lehm, 15 Cm.	10,00	0,246	2,460	0,67158	1,15866
Buschfeld NW., humoser Lehm bis 80 Cm.	5,00	0,209	4,180	1,14114	1,96878
Buschfeld, Kulturschicht über sandigem Lehm 10—20 Cm.	10,00	0,245	2,450	0,66885	1,15395
Stadtfeld IV, Alluviallehm, 10—20 Cm.	10,00	0,273	2,730	0,74529	1,28583
Meeschefeld IV, Diluvialkies I	10,00	0,2735	0,735	0,746655	1,188185
Meeschefeld IV, Diluvialkies II	10,00	0,277	2,770	0,75621	1,30467
Meeschefeld V, Lehm, 15—25 Cm.	10,00	0,076	0,760	0,20748	0,35796
Meeschefeld I, N. Lehm, 15—40 Cm.	10,00	0,084	0,840	0,22932	0,39564
Meeschefeld I, S., Lehm, 20 Cm.	10,00	0,190	1 900	0,5187	0 8949
Meeschefeld I, S., Lehm, 20—40 Cm.	10,00	0,024	0,240	0,06552	0,11304
Futterfeld, humoser Lehm, 20—30 Cm.	5,00	0,174	3,480	0,95004	1,63908
Futterfeld, humoser Lehm, 30—50 Cm.	5,00	0,196	3,920	1,07016	1,84632
Meeschefeld III^b, N., sandiger Lehm, 15—25 Cm.	1,00	0,152	1,520	0,41496	0,71592

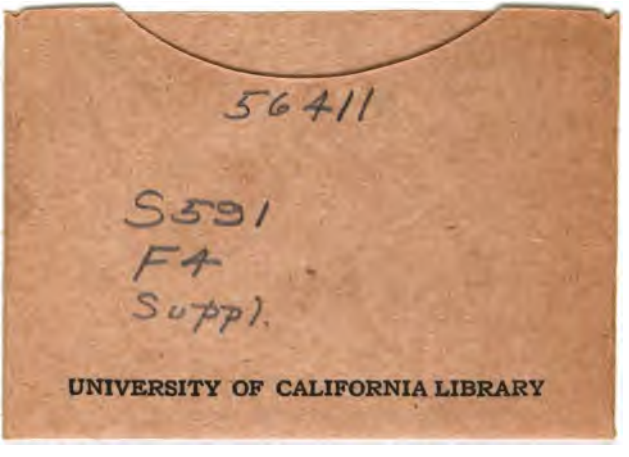
	Angewandt Grm. lufttrockene Feinerde	Gefunden Grm. CO_2	Entspricht % CO_2	Entspricht % C	Entsprich. % Humus mit 58 % C
Meeschefeld III^b, Mitte, sandiger Lehm, 15—25 Cm. . .	10,00	0,133	1,330	0,36309	0,62643
Wiese, Altenau-Ocker, humoser Lehm über Thon, 15—30 Cm.	5,00	0,2095	4,190	1,14387	1,97349
Meeschefeld III^b, S. sandiger Lehm, 15—20 Cm. . . .	10,00	0,115	1,150	0,31395	0,54165
Neue Wiese (Altenau), humoser Thonmergel, 25—50 Cm. .	5,00	0,2595	5,190	1,41687	2,44449
Wiese, Altenau, humoser Wiesenmergel 20—35 Cm. . .	5,00	0,1015	2,030	0,55419	0,95613
Ockerwiese N., humoser Wiesenlehm, 20—35 Cm. . . .	5,00	0,389	7,780	2,12394	3,66438
Stadtfeld II, O., Diluviallehm, 20—30 Cm.	10,00	0,103	1,030	0,28119	0,48513
Ockerwiese S., Lehm, 15—30 Cm.	10,00	0,184	1,840	0,48232	0,86664
Wiese hinterm Garten an der Bahn, thonig-sandiger Lehm bis 50 Cm.	5,00	0,1865	3,730	1,01829	1,75683
Große Wiese. humoser Lehm in 50 Cm. Tiefe	5,00	0,1185	2,370	0,64701	1,11627
Marktwegfeld VI, an der Altenau, Alluviallehm, 10—20 Cm.	5,00	0,2405	4,810	1,31313	2,26551
Grauer Thon in 30 Cm., Meeschefeld I	10,00	0,2505	2,505	0,683865	1,179855

REESE LIBRARY OF THE UNIVERSITY OF CALIFORNIA.

REESE LIBRARY
OF THE
UNIVERSITY
OF
CALIFORNIA.

REESE LIBRARY
OF THE
UNIVERSITY
OF
CALIFORNIA.

YC 65707



	Angewandt Grm. lufttrockene Feinerde	Gefunden Grm. CO_2	Entspricht % CO_2	Entspricht % CaO	Entspricht % $CaOCO_2$
Meeschefeld IV, SO., Lehm, 130 Cm.	2,50	0,072	2,880	3,66624	6,54624
Meeschefeld IV, Diluvialkies I	5,00	0,037	0,740	0,94202	1,68202
Meeschefeld IV, Diluvialkies II	5,00	0,051	1,020	1,29846	2,31846
Meeschefeld IV, S., Lehm, 50—60 Cm.	2,00	0,073	3,650	4,64645	8,29645
Meeschefeld V, Lehm, 150 Cm.	2,50	0,040	1,600	2,0368	3,6368
Meeschefeld V, Mergel in 230 Cm. Tiefe	2,00	0,09705	4,8525	6,1772325	11,0297325
Futterfeld W., humoser Lehm, 20—30 Cm.	5,00	0,0085	0,170	0,21641	0,38641
Futterfeld W., Lehm, 120—130 Cm.	2,00	0,074	3,700	4,7101	8,4101
Futterfeld W., Lehm, 75 Cm.	2,50	0,032	1,280	1,62944	2,90944
Meeschefeld III^b, N., Sand, 1—1,5 Meter	5,00	0,0315	0,630	0,80199	1,43199
Wiese, Altenau-Ocker, humoser Lehm über Thon, 15—30 Cm.	2,00	0,061	3,050	3,88265	3,93265
Neue Wiese, humoser Thonmergel, 25—30 Cm.	5,00	0,064	1,280	1,62944	2,90944
Wiese Altenau, humoser Wiesenmergel, 20—35 Cm.	5 00	0,062	0,440	0,55912	0,99912
Stadtfeld II, O., Diluviallehm, 20—30 Cm.	,00	0,0245	0,490	0,62377	1,11377
Futterfeld W., Lehm in 200 Cm. Tiefe	52,0	0,079	3,950	5,02835	8,97835
Wiese hinterm Garten an der Bahn, thonig-sandiger Lehm, 50 Cm.	5,00	0,0225	0,450	0,57285	1,02285
Marktwegfeld VI, an der Altenau, Alluviallehm, 10—20 Cm. (Altenauschlamm)	5,00	0,2405	4,810	6,12313	10,93313

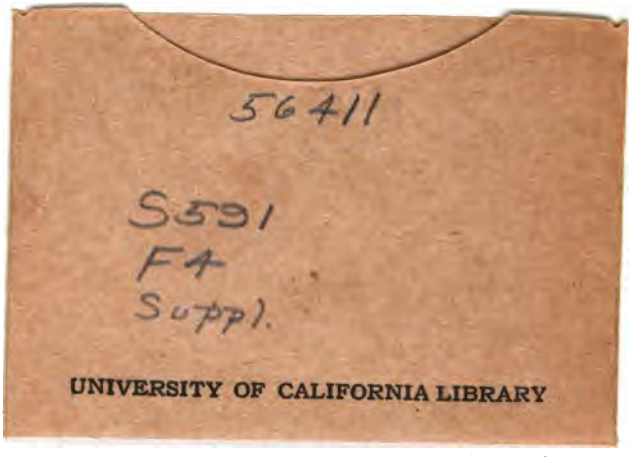
Belege zu den Humusbestimmungen.

	Angewandt Grm. lufttrockene Feinerden	Gefunden Grm. CO_2	Entspricht % CO_2	Entspricht % C	Entspricht % Humus mit 58 % C
Buschfeld, schwarzer Thon, 50 Cm.	5,00	0,1935	3,870	1,05651	1,82277
Wiese an der Altenau, eisenschüssiger Schlamm	5,00	0,154	3,080	0,84084	1,45068
Wiese an der Altenau, feinsandiger Lehm	5,00	0,0715	1,430	0,39039	0,67353
Meeschefeld III^b, Lehm, Kulturschicht, höchstens 1 Meter	10,00	0,261	2,610	0,71253	1,22931
Marktwegfeld SW., humoser Lehm, 20—30 Cm.	5,00	0,214	4,280	1,16844	2,01588
Marktwegfeld SO., heller Lehm, 15 Cm.	10,00	0,246	2,460	0,67158	1,15866
Buschfeld NW., humoser Lehm bis 80 Cm.	5,00	0,209	4,180	1,14114	1,96878
Buschfeld, Kulturschicht über sandigem Lehm 10—20 Cm.	10,00	0,245	2,450	0,66885	1,15395
Stadtfeld IV, Alluviallehm, 10—20 Cm.	10,00	0,273	2,730	0,74529	1,28583
Meeschefeld IV, Diluvialkies I	10,00	0,2735	0,735	0,746655	1,188185
Meeschefeld IV, Diluvialkies II	10,00	0,277	2,770	0,75621	1,30467
Meeschefeld V, Lehm, 15—25 Cm.	10,00	0,076	0,760	0,20748	0,35796
Meeschefeld I, N. Lehm, 15—40 Cm.	10,00	0,084	0,840	0,22932	0,39564
Meeschefeld I, S., Lehm, 20 Cm.	10,00	0,190	1 900	0,5187	0 8949
Meeschefeld I, S., Lehm, 20—40 Cm.	10,00	0,024	0,240	0,06552	0,11304
Futterfeld, humoser Lehm, 20—30 Cm.	5,00	0,174	3,480	0,95004	1,63908
Futterfeld, humoser Lehm, 30—50 Cm.	5,00	0,196	3,920	1,07016	1,84632
Meeschefeld III^b, N., sandiger Lehm, 15—25 Cm.	1,00	0,152	1,520	0,41496	0,71592

	Angewandt Grm. lufttrockene Feinerde	Gefunden Grm. CO_2	Entspricht % CO_2	Entspricht % C	Entsprich. % Humus mit 58 % C
Meeschefeld III^b, Mitte, sandiger Lehm, 15—25 Cm. . .	10,00	0,133	1,330	0,36309	0,62643
Wiese, Altenau-Ocker, humoser Lehm über Thon, 15—30 Cm.	5,00	0,2095	4,190	1,14387	1,97349
Meeschefeld III^b, S. sandiger Lehm, 15—20 Cm. . . .	10,00	0,115	1,150	0,31395	0,54165
Neue Wiese (Altenau), humoser Thonmergel, 25—50 Cm. .	5,00	0,2595	5,190	1,41687	2,44449
Wiese, Altenau, humoser Wiesenmergel 20—35 Cm. . .	5,00	0,1015	2,030	0,55419	0,95613
Ockerwiese N., humoser Wiesenlehm, 20—35 Cm. . . .	5,00	0,389	7,780	2,12394	3,66438
Stadtfeld II, O., Diluviallehm, 20—30 Cm.	10,00	0,103	1,030	0,28119	0,48513
Ockerwiese S., Lehm, 15—30 Cm.	10,00	0,184	1,840	0,48232	0,86664
Wiese hinterm Garten an der Bahn, thonig-sandiger Lehm bis 50 Cm.	5,00	0,1865	3,730	1,01829	1,75683
Große Wiese. humoser Lehm in 50 Cm. Tiefe	5,00	0,1185	2,370	0,64701	1,11627
Marktwegfeld VI, an der Altenau, Alluviallehm, 10—20 Cm.	5,00	0,2405	4,810	1,31313	2,26551
Grauer Thon in 30 Cm., Meeschefeld I	10,00	0,2505	2,505	0,683865	1,179855

REESE LIBRARY OF THE UNIVERSITY OF CALIFORNIA

REESE LIBRARY
OF THE
UNIVERSITY
OF
CALIFORNIA.

REESE LIBRARY
OF THE
UNIVERSITY
OF
CALIFORNIA.

YC 65707